№ 8. **1892.** АПРѢЛЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ
Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Закрытіе IV Электрической Выставки.

Въ среду 15 апрѣля послѣдовало торжествен- закрытіе IV Электрической Выставки, устроен- VI Отдѣломъ Императорскаго Техническаго Общества. Выставка въ этотъ день была открыта, -къ обыкновенно, для публики съ семи часовъ, за входную плату за этотъ день и за пре- -дущій, 14 и 15 апрѣля, назначенъ въ пользу -традавшихъ отъ неурожая. Въ 8 часовъ въ -льшой аудиторіи Солянаго Городка собралась -многочисленная публика, какъ изъ приглашенныхъ торжественному закрытію гостей, такъ и изъ -сѣтителей выставки. Предсѣдатель Распоряди- -тельнаго Комитета полковникъ В. Я. Флоренсовъ -шелъ на каѳедру и прочелъ рѣчь, въ которой -велъ итоги IV Электрической Выставки и далъ -я общую характеристику.

Гг. 11-го Января настоящаго года состоялось тор- открытіе IV Электрической выставки, устроенной -дѣломъ Императорскаго Русскаго Техническаго Об- прошло, такимъ образомъ, до настоящаго дня три и три дня существованія выставки. Трехмѣсячный -дѣйствія IV Электрической выставки былъ опредѣленъ, -шаго соизволенія, Положеніемъ о IV Электричес- -ставкѣ Императорскаго Русскаго Техническаго Об- однако, вслѣдствіе того, что большинство экспонатовъ -ставлено къ сроку, назначенному Распорядитель- -тетомъ выставки, т. е. къ 15 Декабря 1891 г., приш- -рыть выставку почти на мѣсяцъ позже; вмѣсто 15 Де- лишь 11 Января. Своевременно Совѣтъ И. Р. Т. О. съ ходатайствомъ передъ Правительствомъ о продле- выставки до сегодняшняго дня 15 Апрѣля, на что согласіе какъ со стороны г. Министра Внутрен- такъ и со стороны г. Министра Финансовъ.

§ 1 Положенія о IV Электрической выставкѣ въ которомъ указана цѣль выставки—распро- -дѣній о современномъ состояніи электротехники -ствіе электрической промышленности въ Россіи— -льный Комитетъ выставки, избранный VI Отдѣ- Р. Т. О. и утвержденный Совѣтомъ Общества, при- всѣ свои усилія для достиженія вышеуказанной -видимому, надежды Комитета выставки оправда- -авка, во все время своего существованія посто- -лекала большое число посѣтителей, интересую- -еніями науки объ электричествѣ въ техникѣ и въ особенности же учащихся молодыхъ людей, могли удовлетворять своей любознательности не на и моделяхъ, а на настоящихъ аппаратахъ, всегда -хся въ дѣйствіи. Еще большее значеніе настоя- -вкѣ придадутъ работы экспертной коммиссіи, обра- при выставкѣ; труды коммиссіи экспертовъ не за- -явиться въ печати; они несомнѣнно доставятъ -теріалъ для оцѣнки выставки съ научно-техни- -ны и принесутъ свою пользу для развитія элек- въ Россіи, что составляетъ одну изъ главныхъ Р. Т. О.

IV Электрическая выставка была открыта для гг. посѣтителей по вечерамъ отъ 7 до $11^{1}/_{2}$ ч. въ продолженіе 90 дней и четыре раза днемъ отъ 12 до 4-хъ часовъ.

За это время было на выставкѣ:

1. Платныхъ посѣтителей	39,064
2. Безплатныхъ »	12,452
въ томъ числѣ:	
a) число посѣщеній гг. членами И. Р. Т. О.	2,233
b) число посѣщеній учащимися въ высшихъ учебныхъ заведеніяхъ	4,980
c) число посѣщеній выставки средними и низшими учебными заведеніями, группами подъ руководствомъ своего учебно-воспитательнаго персонала (32), причемъ учениковъ и учениць посѣтило выставку около	2,545
d) число посѣтителей по разовымъ особымъ входнымъ билетамъ отъ гг. членовъ Распорядительнаго Комитета	1,020

Какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ Комитетъ выставки постоянно стремился облегчить доступъ на выставку тѣмъ лицамъ, для которыхъ она могла представлять учебный интересъ. Двери IV Электрической выставки всегда были открыты для лицъ, изучающихъ электротехнику и не имѣющихъ возможности платить за ея посѣщеніе. Для доставленія возможности болѣе удобно и сознательно изучать выставку, Распорядительный Комитетъ организовалъ постоянный кружокъ гг. объяснителей изъ лицъ, спеціально знакомыхъ съ электротехникой; лица эти были всегда къ услугамъ гг. посѣтителей. Съ этою же цѣлью редакціей журнала «Электричество», кромѣ каталога выставки, была издана для гг. посѣтителей брошюра, въ которой популярно изложены главнѣйшія основанія различныхъ отраслей электротехники въ современномъ состояніи и въ примѣненіи къ настоящей выставкѣ.

О финансовой сторонѣ выставки въ настоящее время трудно сказать что-нибудь опредѣленное, вслѣдствіе того, что много еще предстоитъ расходовъ по ликвидаціи дѣлъ выставки, которые не всѣ возможно опредѣлить впередъ. Считаю долгомъ еще разъ заявить передъ Вами Мм. Гг. о томъ, что IV Электрическая выставка въ И. Р. Т. О. открыта была впервые при исключительныхъ условіяхъ, т. е. безъ всякихъ правительственныхъ субсидій и какъ организація ея, такъ и веденіе дѣлъ по выставкѣ всецѣло лежали на отвѣтственности Распорядительнаго Комитета; гг. члены Распорядительнаго Комитета, не имѣя никакихъ капиталовъ, однако твердо были убѣждены въ успѣхѣ выставки при усиленной работѣ ихъ, преданности и любви къ дѣлу, которые всегда поддерживали ихъ въ усиленныхъ трудахъ по выставкѣ. Дѣло было рискованное, но оно увѣнчалось успѣхомъ, дефицита по выставкѣ не будетъ, не смотря на то, что Комитету пришлось возводить новыя большія постройки для выставочныхъ помѣщеній, дорого стоющія, и изъ которыхъ нѣкоторыя ос[illegible]утся и для другихъ выставокъ И. Р. Т. О. Высшей наградой для гг. членовъ Распорядительнаго Комитета является убѣжденіе въ томъ, что трудъ ихъ былъ не напрасенъ, и успѣхъ выставки доказалъ, что электротехника въ Россіи получаетъ правильное развитіе и промышленное значеніе—иначе выставка безъ субсидій не имѣла бы успѣха. Нѣтъ сомнѣнія, что труды Распорядительнаго Комитета не могли бы увѣнчаться успѣхомъ безъ тѣхъ значительныхъ затратъ, которыя понесли гг. экспоненты, преслѣдуя свои

цѣли путемъ выставки, почему Комитетъ считаетъ своимъ долгомъ засвидѣтельствовать предъ Вами Мм. Гг. свою глубокую благодарность, какъ гг. экспонентамъ, обезпечившимъ устройство IV Электрической выставки, такъ и просвѣщенной публикѣ, поддержавшей своими посѣщеніями трехмѣсячное существованіе выставки.

Одну изъ главныхъ цѣлей выставки составляетъ оцѣнка достоинствъ экспонатовъ съ научно-технической стороны. Съ этою цѣлью при IV Электрической выставкѣ, на основаніи § 17 Положенія о выставкѣ, образована была коммиссія экспертовъ, которая, не смотря на усиленныя работы свои по экспертизѣ выставленныхъ предметовъ, не могла еще къ настоящему дню закончить свои занятія; результаты ея трудовъ будутъ своевременно заявлены какъ при раздачѣ наградъ гг. экспонентамъ, такъ и въ подробномъ отчетѣ, который будетъ впослѣдствіи изданъ въ печати и несомнѣнно сдѣлаетъ новый цѣнный вкладъ въ нашу техническую литературу.

Не смѣя Мм. Гг. въ настоящую минуту утомлять Ваше вниманіе, позволяю себѣ лишь въ самыхъ общихъ чертахъ, указать на тѣ предметы, которые находились какъ экспонаты на IV Электрической выставкѣ:

Паровыхъ котловъ, находившихся въ дѣйствіи, было 5 съ общею поверхностью нагрѣва въ 275 кв метр.; котлы системы водотрубной.

Паровыхъ машинъ 16, развивавшихъ въ общей суммѣ 523 дѣйствительныхъ силъ. Преобладающій типъ паровыхъ машинъ былъ вертикальный для прямаго соединенія на общемъ валѣ съ д. э. машинами.

Газовыхъ двигателей и керосиновыхъ—13; двигатели, работавшіе на выставкѣ развивали въ суммѣ около 55 силъ.

Изъ этого числа керосиновыхъ двигателей было 7, всѣ они были малаго числа силъ (наиб. 6). Данныя эти, однако, имѣютъ большое значеніе, указывая на начинающееся распространеніе упомянутыхъ керосиновыхъ двигателей, имѣющихъ громадное значеніе для нашего отечества.

Динамомашинъ 52. Динамомашины для токовъ постояннаго направленія. Динамомашины этого рода были выставлены самыхъ разнообразныхъ системъ и мощности (отъ $^1/_{10}$ HP до 63 HP). Нѣкоторыя изъ этихъ машинъ работали непрерывно во все время выставки.

Динамомашинъ для токовъ перемѣннаго направленія—1, на 30,000 ваттъ, работавшая на трансформаторы съ напряженіемъ въ 2000 V.

Динамомашинъ съ вращающимся магнитнымъ полемъ 2. Одна изъ нихъ служила генераторомъ для трехфазнаго двигателя.

Электродвигателей 22; для постояннаго тока—17; электродвигателей для перемѣннаго тока—4. Электродвигателей съ вращающимся магнитнымъ полемъ—1. Большинство электродвигателей было на выставкѣ въ постоянномъ дѣйствіи для выполненія небольшихъ работъ: электрическіе вентиляторы, сверленіе металловъ, приведеніе въ дѣйствіе водяныхъ насосовъ, токарныхъ станковъ, пресса и т. п.

Трансформаторовъ было выставлено 10; нѣкоторые изъ нихъ находились въ постоянномъ дѣйствіи.

Нельзя Мм. Гг. не отмѣтить здѣсь тотъ фактъ, что на выставкѣ все время пользовались перемѣнными токами высокаго напряженія въ 2000 V и, несмотря на тѣсное помѣщеніе выставки и массу посѣтившей ее публики, не было ни одного случая даже легкаго удара, не говоря уже о какой либо опасности. Лица, посѣщавшія выставку, не всегда и знали, что они находились вблизи аппаратовъ съ перемѣнными токами въ 2000 V напряженія, о которыхъ такъ много писали и теперь еще говорятъ, какъ о чемъ то ужасно опасномъ. У людей, занимающихся электротехникой, масштабъ относительно опасности для общественнаго пользованія токами высокаго напряженія, совершенно измѣнился. О напряженіи въ 2000 V уже и не говорятъ, такъ какъ пріемы пользованія такими токами совершенно выработаны и заграницей можно насчитать громадное число установокъ съ такими токами, какъ для освѣщенія отдѣльныхъ помѣщеній, такъ и цѣлыхъ городовъ и лишь у насъ въ Россіи вопросъ этотъ какъ-то отодвигается на задній планъ. Между тѣмъ вопросъ о дешевомъ и раціональномъ способѣ распредѣленія энергіи на разстоянія и пользованіи даровыми силами природы, тѣсно связанъ съ свободнымъ пользованіемъ токами высокаго напряженія. Прогрессъ электрическаго освѣщенія также находится въ связи съ перемѣнными токами высокаго напряженія. Настоящая выставка ясно дока[зала], что при правильно и внимательно сдѣланной установ[кѣ] перемѣнными токами напряженія въ 2000 V. опасности [ни]какой быть не можетъ и вмѣстѣ съ тѣмъ получается [воз]можность пользоваться электрическимъ токомъ весьма [эко]номично.

Первичные элементы были выставлены 11-ю экспон[ен]тами; между ними наибольшее число пришлось на [долю] сухихъ элементовъ, которые въ послѣднее время стали [т]сильно входить во всеобщее употребленіе.

Аккумуляторы были выставлены 8 экспонентами, бо[ль]шинство изъ нихъ однако не дѣйствовали. Съ этой сторо[ны] на IV Электрической выставкѣ существовалъ пробѣлъ.

Электрическое освѣщеніе и принадлежности къ не[му] были выставлены 21 экспонентомъ. Отдѣлъ этотъ былъ [не] болѣе полонъ, вѣроятно вслѣдствіе того, что дѣло элек[три]ческаго освѣщенія въ настоящее время, является прак[ти]чески законченнымъ. Пріятно отмѣтить, что большин[ство] экспонатовъ этой части электротехники изготовлены [въ] Россіи.

Измѣрительные и электромедицинскіе прибо[ры]. Отдѣлъ этотъ былъ на выставкѣ не менѣе бѣденъ экс[понен]тами, чѣмъ предыдущій. Измѣрительные научные и те[хни]ческіе приборы были выставлены 11-ю экспонентами; э[лек]тромедицинскіе—6-ю.

Провода и кабели были выставлены 9 экспоне[нтами]; предметы эти большею частію русскаго производства.

Телеграфные и телефонные приборы—17-ю экспо[нен]тами. Многіе изъ приборовъ этой категоріи были въ [дѣй]ствіи во все время выставки, какъ напр. передача о[перы] изъ Маріинскаго театра, одновременное телеграфиро[ваніе] и телефонированіе на большія разстоянія, и проч.

Электрическая сигнализація и контрольные прибо[ры]. Предметы этого отдѣла выставили 19 экспонентовъ.

Различныя примѣненія электричества, не воше[дшія] въ предъидущіе отдѣлы. Въ этой категоріи участв[овало] также 19 экспонентовъ; сюда относились: электроли[зъ, галь]ванопластика, электрическое паяніе и отливка метал[ловъ], издѣлія изъ аллюминія и его сплавовъ, принадлежности [для] обмазки паропроводныхъ трубъ, изолирующій матері[алъ и] т. п. Для публики было многократно демонстрировано [элек]трическое паяніе и отливка металловъ.

Наконецъ у 16 экспонентовъ были выставлены предм[еты], имѣющіе лишь косвенное отношеніе къ электричеству; [экспо]наты подобныя всегда находились на всѣхъ выставк[ахъ] какъ заграницей, такъ и у насъ.

Такимъ образомъ Мм. Гг. IV-я Электрическая выст[авка] И. Р. Т. О. дала возможность лицамъ, интересующи[мся] дѣломъ, изучить всѣ отрасли электротехники въ совре[мен]номъ ея состояніи. Она несомнѣнно дастъ толчекъ г[г. рус]скимъ техникамъ идти впередъ на пути совершенствова[нія] и подыметъ духъ предпріимчивости въ нашемъ отече[ствѣ]. Въ заключеніе не могу обойти молчаніемъ Мм. Гг., [что] IV Электрическая выставка, созданная на рискъ VI От[д.] И. Р. Т. О. и потребовавшая усиленныхъ трудовъ въ [теч]ніи болѣе года со стороны членовъ Распорядительнаго [Ко]митета выставки, не встрѣчала особаго сочувствія со [сто]роны нѣкоторыхъ органовъ нашей періодической рус[ской] печати. По тѣмъ замѣткамъ о IV Электрической выст[авкѣ], которыя являлись по временамъ въ печати, нельзя было [со]ставить яснаго представленія о выставкѣ съ учено-те[хни]ческой стороны, напротивъ, всякой неудачей, имѣющей [мѣ]сто во всякомъ подобномъ дѣлѣ, пользовались, чтобы [раз]дуть неудачу до небывалыхъ размѣровъ и пошатнуть [къ] выставкѣ довѣріе публики, забывая въ то же время [хоро]шую сторону дѣла. Не смотря, однако, на это, дѣло [шло] своимъ правильнымъ путемъ; отъ перваго до послѣдняго [дня] публика усердно посѣщала выставку, осматривая ее съ [глу]бокимъ интересомъ; учащіеся молодые люди пріобрѣтали свѣдѣнія, которыя они не могли бы получить безъ наст[оя]щей выставки; гг. экспоненты устраивали свои дѣла, кас[аю]щіяся до постояннаго и правильнаго производства пре[дме]товъ, имѣющихъ значеніе въ электротехникѣ; Ком[иссія] экспертовъ работала и продолжаетъ свои работы, посвя[щая] все свое свободное время на пользу дѣла.

VI Отдѣлъ И. Р. Т. О., воодушевленный сознаніемъ [той] пользы и того значенія, которыя имѣла IV Электриче[ская] выставка, нравственно вознагражденъ, что и онъ принесъ с[вою]

восльную пользу какъ Императорскому Р. Т. О-ву, такъ и вообще дѣлу русской электротехники. На основаніи Положенія о выставкѣ, прошу распоряженія Вашего Превосходительства о закрытіи IV Электрической выставки И. Р. Т. О.

Затѣмъ предсѣдательствовавшій въ собраніи А. Н. Горчаковъ въ краткой рѣчи охарактеризовалъ неутомимую дѣятельность членовъ Распорядительнаго Комитета, и предложилъ выразить глубокую благодарность всего Общества какъ имъ, такъ и всѣмъ другимъ лицамъ принимавшимъ участіе въ созданіи и поддержаніи Выставки. Затѣмъ послѣ исполненія гимна А. Н. Горчаковъ объявилъ Выставку закрытой. При звукахъ музыки публика ушла изъ залы засѣданія; выставка же оставалась открытой, какъ обыкновенно, до 11 ч. 30 м. ночи.

IV ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА.

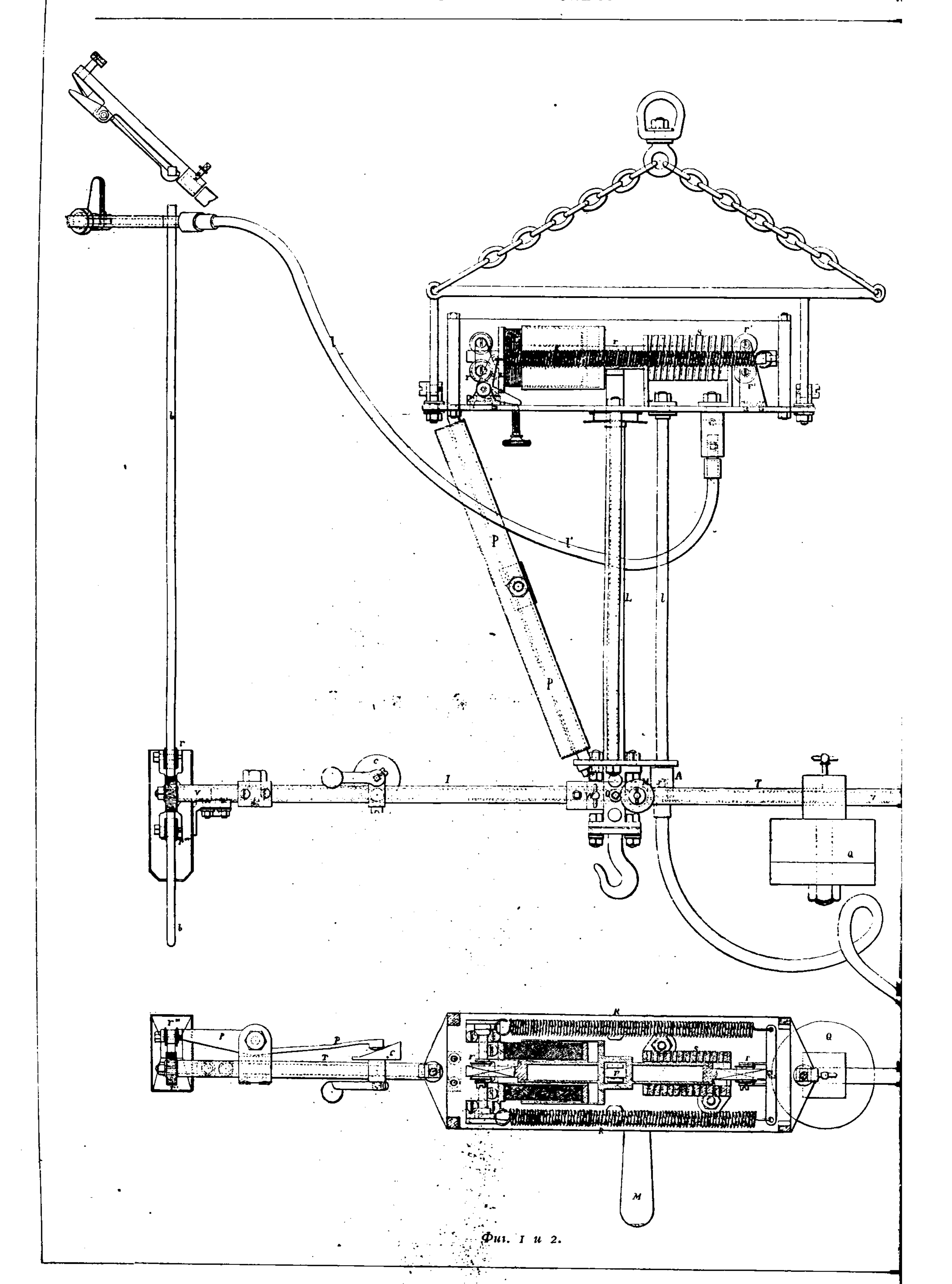
Электрическое паяніе и электрическая отливка металловъ.

Въ послѣднее время, когда пользованіе электрическимъ токомъ для различныхъ цѣлей вошло въ обыденную практику, стали стремиться примѣнить ту высокую температуру, которую развиваетъ вольтова дуга для сваривания и спаиванія металловъ, а также для ихъ плавленія. Идея примѣнить электричество для плавленія металловъ уже не нова, но практическія примѣненія эта идея получила только за послѣдніе 4 — 5 лѣтъ благодаря изобрѣтеніямъ Элигю Томсона, Бенардоса, Славянова и другихъ. Гг. Бенардосъ и Славяновъ выставили на выставку различные образцы своихъ работъ, а также чертежи своихъ приборовъ и нѣкоторые изъ самыхъ приборовъ. Г. Славяновъ, кромѣ того, устроилъ на выставкѣ небольшую временную мастерскую, гдѣ на глазахъ публики производилась электрическая отливка и починка различныхъ изломанныхъ металлическихъ предметовъ. Громадное значеніе, которое имѣетъ для техники развитіе способовъ электрическаго плавленія и обработки металловъ, конечно объясняетъ тотъ интересъ, съ какимъ посѣщавшая выставку публика относилась къ экспонатамъ этихъ двухъ изобрѣтателей. Что теплота, развиваемая вольтовой дугой, достаточна для того, чтобы расплавить самые тугоплавкіе металлы, было извѣстно уже давно. Самъ Гумфри Дэви, открывшій вольтову дугу, зналъ объ этомъ ея свойствѣ. Отъ лабораторныхъ опытовъ надъ плавленіемъ металловъ до примѣненія вольтовой дуги къ практикѣ было далеко, и электротехника должна была сдѣлать большіе успѣхи, пока это оказалось возможнымъ. Лицами, наиболѣе способствовавшими у насъ движенію впередъ этой отрасли электротехники, были русскіе изобрѣтатели Гг. Бенардосъ и Славяновъ. Впервые сколько нибудь значительныя количества металловъ пробовалъ расплавлять при помощи вольтовой дуги знаменитый В. Сименсъ, который для этой цѣли въ 1880 году особаго рода горнъ, въ который помѣщался расплавленный металлъ и особый регуляторъ, цѣль котораго была поддерживать вольтову дугу во все время операціи плавленія. Тигель дѣлался изъ какого нибудь огнеупорнаго вещества и черезъ отверстіе, продѣланное въ его днѣ, проходилъ угольный стержень. Въ крышкѣ горна продѣлывалось тоже отверстіе, въ которомъ могъ тоже скользить угольный стержень, подвѣшенный къ коромыслу вѣсовъ. Къ другому концу коромысла прикрѣплялся желѣзный стержень, погружавшійся въ катушку, снабженную обмоткой изъ мѣдной проволоки. Верхній уголь соединялся съ отрицательнымъ полюсомъ, нижній съ положительнымъ. Катушка помѣщалась въ отвѣтвленіи между углями. Такимъ образомъ вѣсы съ катушкой служили настоящимъ регуляторомъ, поддерживавшимъ дугу между углями. Въ тигель помѣщался металлъ, который слѣдовало расплавить и черезъ угли пропускался токъ. Образовавшаяся при этомъ дуга плавила металлъ. Работы Сименса дали очень интересные результаты, но практика ими не воспользовалась и его опыты не вышли изъ лабораторіи. Только теперь, спустя нѣсколько лѣтъ, это электрическое плавленіе металловъ получило наконецъ примѣненіе въ способѣ электрической отливки горнаго инженера Н. Г. Славянова.

Электрическая отливка металловъ заключается главнымъ образомъ въ наливаніи расплавляемаго электрическимъ токомъ металла на какую либо металлическую поверхность и въ приливаніи недостающихъ частей. Можно наливать и приливать тотъ же самый металлъ, изъ котораго сдѣлана вещь, или же какой либо другой. Изъ металла, который приходится расплавлять, приготовляются стержни различнаго діаметра, смотря по силѣ тока, которымъ предполагаютъ пользоваться и такіе стержни вставляются въ особаго рода автоматическій регуляторъ, устройство котораго будетъ описано ниже.

Если требуется прилить или налить на какой нибудь предметъ нѣкоторое количество металла, то для этой цѣли передъ отливкою дѣлается *формовка* открытой ванны, въ которую будетъ литься расплавленный металлъ и форму которой онъ приметъ послѣ отвердѣванія. Для отливки изъ мѣди и чугуна лучшимъ матеріяломъ для выполненія формовки служитъ прессованный коксовый порошекъ, а при желѣзныхъ и стальныхъ отливкахъ употребляется сцементованный кварцевый песокъ. Если требуется прилить большее количество металла, то формовку приходится приготовлять нѣсколько разъ, такъ такъ необходимо наращиваніе въ толщину оканчивать въ одинъ разъ, но въ ширину и въ длину можно его производить въ нѣсколько пріемовъ.

Какъ было уже сказано, изъ расплавляемаго металла приготовляются стержни различныхъ діаметровъ, смотря по силѣ тока, которымъ пользуются и количеству металла, которое надо расплавить. Такой стержень вставляется въ особаго



Фиг. 1 и 2.

рода регуляторъ и соединяется съ однимъ изъ зажимовъ источника электричества. Другой зажимъ присоединяется или къ самому предмету, къ которому надо прилить часть, или же, если онъ не металлическій, то въ формовку помѣщаютъ стержень изъ угля, или изъ того же металла, какъ расплавляемый стержень, и съ нимъ соединяютъ второй зажимъ. Между металлическимъ стержнемъ и самимъ предметомъ (или же вторымъ стержнемъ) образуется вольтова дуга, стержень (или стержни) начинаютъ плавиться и расплавленный металлъ мало по малу заполняетъ всю форму. Передъ началомъ операціи формовку просушиваютъ и нагрѣваютъ предметъ, на которомъ она сдѣлана, до болѣе или менѣе высокой температуры.

Вольтова дуга, какъ мы сказали, поддерживается при помощи особаго рода автоматическаго регулятора, названнаго изобрѣтателемъ *электрическимъ плавильникомъ*, въ который вставляется расплавленный стержень. На фиг. 1 и 2 представленъ чертежъ такого плавильника. Горизонтальный сердечникъ сдѣланный изъ желѣзной трубы, скользитъ на четырехъ направляющихъ роликахъ rr' внутри двухъ катушекъ S и S'. Катушка S состоитъ изъ нѣсколькихъ оборотовъ толстой неизолированной мѣдной ленты и похожа на мѣдную трубу, въ которой прорѣзана винтовая линія. Катушка S' наоборотъ состоитъ изъ большаго числа оборотовъ тонкой изолированной проволоки.

На сердечникъ дѣйствуютъ также двѣ пружины R,R, натяженіе которыхъ можно измѣнять и уравнивать между собою, ввинчивая и вывинчивая установочные винты дѣйствующіе на горизонтальные плечи углевыхъ рычаговъ, натягивающихъ пружины своими вертикальными плечами.

Въ средней части сердечника продѣлано отверстіе, въ которомъ помѣщается ролликъ r, устанавливающій удобоподвижное сочлененіе сердечника съ вертикальнымъ плечемъ ломаннаго рычага LOT. Осью вращенія этого рычага служатъ два валика опирающіеся на два желѣзныхъ подшипника, подвѣшенныхъ къ той же рамѣ, къ которой укрѣплены и обѣ катушки.

Вертикальное плечо L угловаго рычага LOT состоитъ изъ куска полосоваго желѣза, который вверху снабженъ вилкой, для поддержанія ролика r, а внизу горизонтальной втулкой въ видѣ утолщенія. Сквозь отверстіе въ немъ проходитъ толстостѣнная желѣзная или стальная трубка T. Если не нажать упорный винтъ W, то эту трубку T можно свободно вращать вокругъ ея оси и двигать вправо и влѣво внутри втулки при помощи рукоятки M.

Сквозь трубку T проходитъ стержень v, v, на одномъ изъ концовъ котораго находится маховичокъ d, служащій для вращенія валика v, а на другомъ роликъ r'', сдѣланный изъ закаленной стали, окружность котораго покрыта зазубринами.

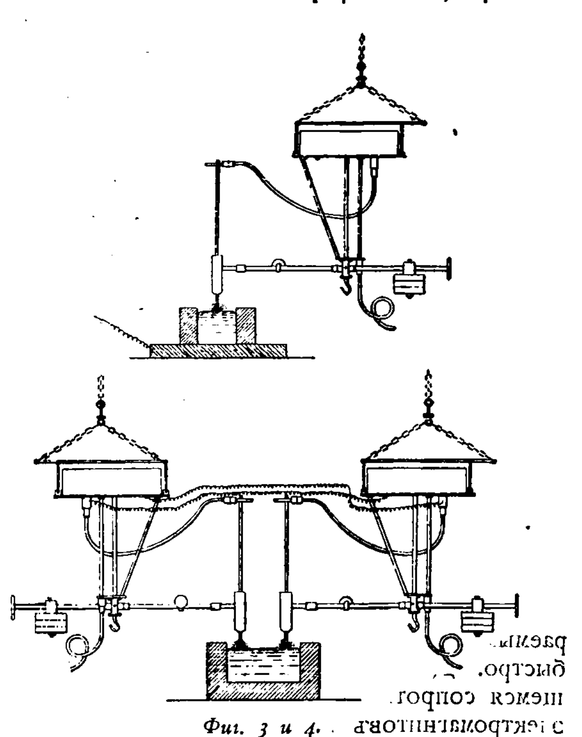
Противъ него, немного выше и немного ниже, расположены два другіе гладкіе ролика r''' и r''. Между этими тремя роликами зажимается расплавляемый стержень b посредствомъ пружиннаго рычага pp и круговаго клина или кулака C. Соединеніе верхняго конца стержня b съ проводникомъ l дѣлается подобнымъ же образомъ съ помощью пружиннаго рычага и кулака. Грузъ Q, который можно передвигать вдоль по трубѣ T, уравновѣшиваетъ собою весь приборъ, подвѣшенный на цѣпяхъ къ блоку.

Приборъ снабженъ кромѣ того рамкой PP, въ которую вставлены зеленое и красное стекло. Цѣль этихъ стеколъ защитить лице и глаза мастера отъ дѣйствія вольтовой дуги.

Отливку можно вести однимъ или двумя плавильниками одновременно. Въ первомъ случаѣ токъ по проводнику a входитъ въ изолированный отъ массы металла зажимъ A, затѣмъ по проводнику l идетъ въ обмотку катушки S. Пройдя по обмоткѣ катушки, онъ по гибкому проводнику l' входитъ въ плавящійся стержень b. Изъ этого стержня токъ идетъ или въ металлическую отливаемую вещь или же во второй стержень погруженный въ формовку, а отсюда уже возвращается въ машину (фиг. 3).

Плавильникъ можетъ работать и съ одной катушкой S въ цѣпи, но тогда пружины R, R должны быть туже, такъ какъ катушка S' дѣйствуетъ въ одномъ направленіи съ ними. Если работа ведется двумя плавильниками одновременно, то регуляторы должны быть *дифференціальными* и тогда въ цѣпь вводится и катушка S'. Соединенія показаны на фиг. 4.

Для производства отливки плавильникъ подвѣшиваютъ на цѣпи надъ формовкою, произво-



Фиг. 3 и 4.

дятъ всѣ электрическія соединенія т. е. соединяютъ зажимъ A плавильника съ однимъ полюсомъ машины, а металлическій предметъ, на который наливается металлъ со вторымъ и приводятъ стержень *b*, при помощи маховичка *d*, въ прикосновеніе съ предметомъ. Токъ этимъ самымъ замыкается. Сейчасъ же катушка S начинаетъ втягивать въ себя желѣзный сердечникъ и вслѣдствіе этого, расплавляемый стержень *b*, нѣсколько поднимется. Между нимъ и формовкой появится вольтова дуга, подъ вліяніемъ которой стержень начнетъ плавиться и жидкій металлъ мало по малу заполнитъ всю форму.

Особое приспособленіе, состоящее изъ срѣзаннаго наискось колеса *c'* (фиг. 1) позволяетъ быстро мѣнять стержень, если одного окажется недостаточно для окончанія отливки.

Механизмъ плавильника дѣйствуетъ какъ обыкновенный регуляторъ, служащій для электрическаго освѣщенія. По мѣрѣ того, какъ стержень *b* плавится, длина дуги увеличивается и токъ ослабѣваетъ. Но при ослабѣваніи тока, уменьшается и сила, съ которой катушка S втягиваетъ въ себя сердечникъ пружины RR и притяженіе катушки S начинаютъ преодолѣвать, сердечникъ передвигается въ обратную сторону и длина дуги уменьшается. Такимъ образомъ регуляторъ автоматически поддерживаетъ постоянно одну и ту же длину дуги. По мѣрѣ плавленія стержня его спускаютъ отъ руки, вращая маховичекъ *d*, причемъ регуляторъ сейчасъ же исправляетъ погрѣшности грубаго, ручнаго передвиженія.

Въ плавильникѣ тщательно избѣгается устройство винтовыхъ зажимовъ, соединяющихъ стержень и предметъ съ проводниками, которыя нагрѣваясь при сильныхъ токахъ, всегда замедляли бы перестановку плавящихся стержней, измѣненія соединеній и т. д. Всѣ эти зажимы устроены особеннымъ образомъ, примѣняя такъ сказать круговыя клинья (*c* фиг. 2), т. е. металлическія круги, одна изъ поверхностей которыхъ срѣзана подъ нѣкоторымъ угломъ къ оси. При употребленіи такихъ зажимовъ достаточно поворота рукоятки клина на долю окружности, чтобы зажать или освободить стержень.

Стержни дѣлаются различной длинны, смотря по количеству металла, которое слѣдуетъ расплавить и мѣняются во время работы. Замѣна одного стержня другимъ требуетъ всего нѣскольких секундъ и такой небольшой перерывъ не вліяетъ на успѣхъ работы.

Токъ, нужный для плавленія стержня, доставляется динамомашиной, причемъ пользованіе автоматическимъ регуляторомъ даетъ возможность обойтись безъ баттареи аккумуляторовъ. Онъ долженъ равняться 200—500 амперамъ при 50—60 вольтахъ.

Конечно надо употреблять машины съ несгораемымъ якоремъ, иначе онъ портился бы весьма быстро. Дѣйствительно при постоянно мѣняющемся сопротивленіи дуги, сила тока въ обмоткѣ электромагнитовъ тоже мѣняется постоянно, поэтому мѣняется магнитное поле машины. Напряженіе и сила тока мѣняются тоже и могутъ иногда достигать такихъ величинъ, что якорь съ изолировкой необходимо долженъ бы былъ испортиться.

Н. Г. Славяновъ для своихъ работъ на заводѣ въ Мотовилихѣ (Пермской губ.) устроилъ особую динамомашину, взявъ электромагниты отъ машины Эдисона, а якорь сдѣлавъ по типу Грамма изъ мѣдныхъ, не изолированныхъ полосъ. Эта машина работаетъ весьма удовлетворительно, только въ ней замѣчается быстрое изнашиваніе коллектора, что можетъ происходить отчасти отъ его небольшаго діаметра, всего 6 дюймовъ, отчасти отъ плохаго качества употреблявшихся щетокъ.

На выставкѣ токъ для опытовъ Н. Г. Славянова доставляется машиной Фритче, въ 400 амперъ на 110 вольтъ, якорь которой, какъ извѣстно, состоитъ изъ желѣзныхъ, неизолированныхъ полосъ съ коллекторомъ на внѣшней окружности. Машина эта сочленена при помощи гибкой муфты съ паровой машиной Вейера и Ричмонда. Результаты опытовъ съ этой динамомашиной были самые удовлетворительные. Бывали случаи, что брали токъ въ 600 амперовъ и затѣмъ моментально прекращали потребленіе, и машина несмотря на это ничуть не портилась. Быстраго изнашиванія коллектора тоже не замѣчается и искры, появляющіяся у щетокъ, никогда не достигаютъ сколько нибудь значительныхъ размѣровъ.

Несмотря на такія высокія качества динамомашины, было бы невозможно непосредственно пользоваться ей, если бы не существовало автоматическаго регулятора длины дуги. Дѣйствительно при образованіи каждой капли расплавленнаго металла внѣшняя цѣль динамомашины имѣетъ очень малое сопротивленіе. Вслѣдствіи этого токъ въ электромагнитахъ уменьшится и разность потенціаловъ у зажимовъ динамомашины сильно понизится.

Результатомъ такого пониженія разности потенціаловъ будетъ прекращеніе вольтовой дуги. При употребленіи автоматическаго регулятора, благодаря его чувствительности этого не произойдетъ, такъ какъ онъ всегда успѣетъ настолько сблизить электроды и, слѣдовательно, настолько укоротить дугу, что ея прекращеніе не послѣдуетъ.

Кромѣ этой роли, автоматическій регуляторъ исполняетъ еще функцію буфера, смягчая толчки, получаемыя динамомашиной при частыхъ измѣненіяхъ силы тока въ внѣшней цѣпи.

Плавящійся стержень соединяется или съ положительнымъ или съ отрицательнымъ зажимами динамомашины въ зависимости отъ рода работы, вещества стержня и результата, котораго желаютъ достигнуть. Положительный электродъ нагрѣвается всегда сильнѣе отрицательнаго и поэтому съ положительнымъ зажимомъ машины соединяютъ всегда ту часть, которую желаютъ довести до болѣе высокой температуры. Кромѣ того и химическое дѣйствіе электродовъ на жидкій металлъ неодинаково. Конечно, какое соединеніе

нужно производить въ какихъ случаяхъ, лучше всего указываетъ практика. Напримѣръ при употребленіи чугунныхъ стержней всегда надо соединять ихъ съ положительнымъ зажимомъ машины, иначе получается слишкомъ твердая отливка, неудобная для дальнѣйшей обработки.

Отъ дѣйствія жара вольтовой дуги, расплавляется конечно и поверхность металлическаго предмета, на который производится наливка, подъ формой, заключающей жидкую металлическую ванну. Поэтому сліяніе двухъ металловъ, получается совершенно полное, прочность котораго не меньше 100%, какъ это показали опыты подъ разрываніемъ соединенныхъ такимъ образомъ стержней. Стержни никогда не рвались въ мѣстѣ соединенія.

Успѣшному выполненію работъ по способу Н. Г. Славянова способствуетъ въ большей мѣрѣ образованіе въ формѣ жидкой металлической ванны, которая даетъ возможность получать металлъ какого угодно состава, прибавляя въ нея требуемыя вещества совершенно также, какъ въ металлургическую печь.

Такимъ образомъ при отливкахъ изъ латуни приходится прибавлять цинкъ, который быстро выгораетъ изъ сплава, а отлитая латунь безъ прибавленія цинка, была бы слишкомъ бѣдна этимъ матерьяломъ.

Кромѣ того, въ жидкую ванну при сколько нибудь большихъ отливкахъ изъ чугуна, желѣза или стали прямо прибавляются кусочки этихъ металловъ, которые быстро плавятся и увеличиваютъ количество расплавленнаго металла въ ваннѣ. Кромѣ того, что при такомъ прибавленіи отливка идетъ быстрѣе, имъ еще достигается пониженіе температуры ванны, что очень желательно для избѣжанія опасности пережечь металлъ.

Если требуется обогатить отлитый металлъ углеродомъ, то послѣ отливки, пока еще ванна жидка, ея обрабатываютъ углемъ. Для этой цѣли въ плавильникъ вмѣсто стержня изъ металла вставляютъ угольный стержень и образуютъ вольтову дугу между ванной и углемъ. Эту дугу поддерживаютъ болѣе или менѣе долгое время, смотря по количеству углерода, которое должно быть въ металлѣ. Угольный электродъ при этомъ всегда соединяется съ положительнымъ зажимомъ динамомашины.

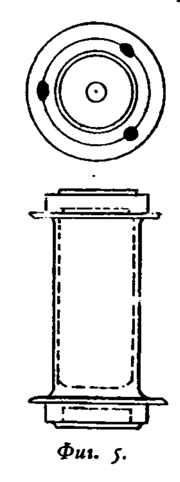
При помощи такого же угольнаго электрода можно производить и уплотненіе налитаго металла. Для этой цѣли наружную поверхность металла поддерживаютъ при помощи вольтовой дуги въ расплавленномъ состояніи и заставляютъ металлъ затвердевать постепенно снизу вверхъ. Такимъ образомъ газы всегда имѣютъ возможность выйти и отлитый металлъ получается очень плотнымъ.

Постороннія минеральныя примѣси не мѣшаютъ успѣху отливки, такъ какъ онѣ сейчасъ же всплываютъ на поверхность жидкой ванны въ видѣ шлаковъ.

При помощи электрической отливки Н. Г. Славяновъ можетъ производить рядъ работъ, которыя или совершенно невозможно произвести другимъ какимъ либо способомъ, либо можно только съ большими затрудненіями. Въ брошюрѣ, выпущенной въ свѣтъ изобрѣтателемъ, перечислены слѣдующія главнѣйшія работы, которыя могутъ быть произведены при помощи электрической отливки.

1. *Заливаніе пустотъ въ металлическихъ вещахъ,* напримѣръ раковинъ въ чугунныхъ и мѣдныхъ отливкахъ, непроварокъ въ желѣзныхъ вещахъ, пузырей и пр. въ стальныхъ, а также случайно пробитыхъ или ненужныхъ сквозныхъ отверстій въ какихъ угодно металлическихъ предметахъ.

Напримѣръ залиты были три большія раковины на фланцѣ (на мѣстѣ притирки) золотника, большаго цилиндра паровой, пароходной машины (фиг. 5). Была также залита пробитая сквозная



Фиг. 5.

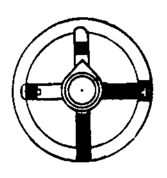
дыра около 20 кв. дюймовъ, въ стѣнкѣ водянаго цилиндра и обломанная часть флянца у пароваго цилиндра донки для паровыхъ котловъ.

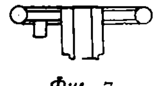
2. *Заливаніе трещинъ въ металлическихъ вещахъ.* Такъ была залита сквозная трещина длиною въ $10^3/_4$ дюйма въ чугунномъ пистонѣ отъ водокачки (фиг. 6).



Фиг. 6.

3. *Сливаніе другъ съ другомъ* двухъ частей одной сломанной вещи или двухъ предметовъ. Напримѣръ былъ слитъ чугунный маховичекъ, сломанный на пять частей (фиг. 7).

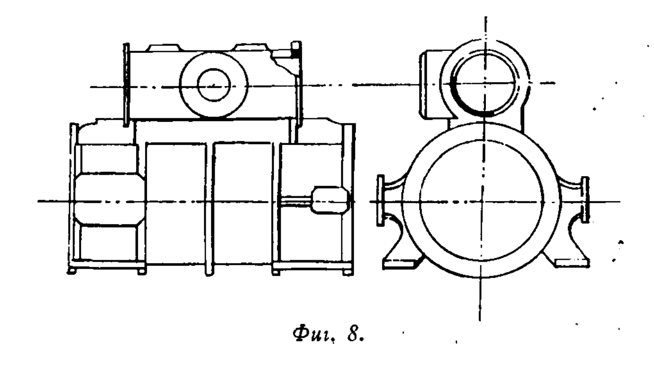




Фиг. 7.

4. *Приливанiе отломанныхъ частей* металлической вещи, напримѣръ зубцовъ у зубчатыхъ колесъ и пр., а также недостающихъ частей вслѣдствiе неудачной отливки, отковки, или механической отдѣлки. Послѣднее примѣненiе имѣетъ очень большое значенiе при отковкѣ машинныхъ вещей сложной формы, которыя по необходимости приходится ковать съ большимъ запасомъ на отдѣлку изъ боязни, что не выйдутъ нѣкоторые размѣры. Вслѣдствiе большаго запаса происходитъ, при механической отдѣлкѣ ихъ, большой падшiй вѣсъ, что чрезмѣрно возвышаетъ стоимость вещей сложной формы. Имѣя въ распоряженiи электрическую отливку, можно ковать подобныя вещи съ незначительнымъ запасомъ на отдѣлку, зная, что всѣ недостающiя части можно пополнить металломъ впослѣдствiи.

Примѣромъ подобнаго рода работъ можетъ служить прилитiе отложившагося гуртика на фланцѣ золотничной коробки (на протяженiи 12 дюйм.) средняго цароваго пароходнаго цилиндра (фиг. 8), или прилитiе задняго наконечника, взамѣнъ негоднаго, раковистаго, въ бронзовой форсункѣ для нефтянаго отопленiя пароходныхъ котловъ.



Фиг. 8.

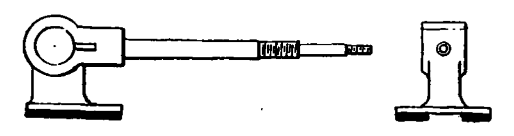
5. *Исправленiе изношенныхъ (стертыхъ) поверхностей* машинныхъ частей наливанiемъ на нихъ металла и исправленiе изношенныхъ коническихъ и клинообразныхъ предметовъ наливанiемъ металла на толстый конецъ, послѣ чего тонкiй конецъ можно отрѣзать. Такъ былъ налитъ на толстый конецъ чугунной пробки золотника отъ машины Корлиссъ-Фарко слой чугуна въ $1^1/_4$ дюйма толщиной и залиты концы пролетовъ на тонкомъ (фиг. 9).





Фиг. 9.

6. *Наливанiе слоя металла* на металлическiй предметъ для какой бы то ни было цѣли, напримѣръ для уменьшенiя коеффицiента тренiя посредствомъ наливанiя слоя бронзы на трущуюся поверхность или же для уменьшенiя способности изнашиваться при помощи наливанiя слоя болѣе твердаго и болѣе прочнаго металла и т. д. Напримѣръ былъ налитъ слой бронзы на поверхность стальнаго ползуна паровой машины (фиг. 10).



Фиг. 10.

7. Съ помощью электрической отливки можно *обращать бѣлый твердый чугунъ въ сѣрый мягкiй* въ желаемомъ мѣстѣ. Эта работа имѣетъ примѣненiе для размягченiя жесткихъ, острыхъ кромокъ чугунныхъ отливокъ и даетъ возможность отливать вещи изъ чугуна, мало пригоднаго для литья.

Примѣромъ этого примѣненiя электрической отливки можетъ служить слѣдующiй случай. Чугунно-литейная фабрика залила раковину въ золотничной коробкѣ большаго цилиндра пароходной машины, обыкновеннымъ способомъ, посредствомъ перепусканiя жидкаго чугуна. При этомъ расплавилась часть стѣнки коробки. Раковина залилась хорошо, но чугунъ отбѣлился такъ, что стало невозможно просверлить отверстiе для золотничнаго штока. Съ помощью электрической отливки произведено размягченiе чугуна (обращенiе бѣлаго въ сѣрый) а затѣмъ отверстiе просверлено.

8. Съ помощью электрической отливки *можно отливать цѣлыя небольшiя вещи* въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, напримѣръ въ такихъ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ печей для расплавленiя металла, на фабрикахъ отдаленныхъ отъ литейнаго завода, на судахъ во время плаванiя и т. д.

9. Электрическая отливка можетъ служить какъ вспомогательное средство на литейныхъ фабрикахъ, гдѣ она можетъ значительно облегчить и улучшить приливанiе большихъ количествъ чугуна къ чугуннымъ вещамъ (напримѣръ отломанныхъ шеекъ къ прокатнымъ валамъ) и дать возможность приливать большiя количества стали къ стальнымъ, желѣзнымъ и чугуннымъ вещамъ, что до настоящаго времени представляло невозможную работу.

Уже изъ этого перечня работъ, которыя можно выполнить при помощи электрической отливки, является возможность судить о томъ широкомъ поприщѣ, которое открывается передъ ней и тѣхъ выгодахъ, которыя можетъ дать ея примѣненiе. Она дастъ возможность производить такiя починки предметовъ, исправлять такiе недостатки въ чугунныхъ и другихъ отливкахъ, исправленiе которыхъ раньше считалось совершенно невозможнымъ и которые заставляли совершенно отказываться отъ употребленiя изломанной или неудачно отлитой вещи и замѣнять ее новой.

Между тѣмъ стоимость самой отливки не высока. Особенно на такихъ фабрикахъ и заводахъ, гдѣ есть электрическое освѣщенiе, тамъ она бу-

детъ совсѣмъ низка и можетъ даже окупить установку освѣщенія и самые расходы по освѣщенію, если заставлять однѣ и тѣже машины работать днемъ для отливки, а ночью для освѣщенія. Опытъ, произведенный на Пермскомъ пушечномъ заводѣ, управляющимъ котораго состоитъ изобрѣтатель Н. Г. Славяновъ, вполнѣ доказалъ это. Напримѣръ, въ январѣ 1891 г. было произведено работъ съ электрической отливкой на сумму 822 руб. 88 коп., въ февралѣ того же года на сумму 957 руб. 60 коп. Между тѣмъ содержаніе машинъ и всего освѣщенія на 700 лампъ накаливанія, освѣщающихъ заводъ, вмѣстѣ съ машинной прислугой обходится 850 руб. въ мѣсяцъ. Слѣдовательно электрическая отливка вполнѣ окупила всѣ эти расходы. Если принять во вниманіе, что это былъ еще періодъ опытовъ надъ отливкой, то можно сказать, что при правильно поставленномъ дѣлѣ, отливка не только окупитъ расходы по освѣщенію, но и доставитъ нѣкоторую выгоду.

Однимъ изъ главныхъ достоинствъ электрической отливки надо считать скорость, съ которою можно производить съ ея помощью различныя починки. Это обстоятельство имѣетъ громадное значеніе особенно при поломкѣ дѣйствующихъ заводскихъ, пароходныхъ машинъ, сколько нибудь продолжительное бездѣйствіе которыхъ крайне неудобно.

На выставку Н. Г. Славяновъ явился съ совершенно уже выработанными методами отливки и уплотненія, и его витрина съ образцами и фотографіями произведенныхъ работъ несомнѣнно представляетъ громадный интересъ.

Въ этой витринѣ находятся образцы, демонстрирующіе всѣ типы работъ, которыя можно производить при помощи электрической отливки. Такъ выставленъ рядъ предметовъ, въ которыхъ залиты пустоты (раковины) чугуномъ различной твердости, различными сплавами мѣди, желѣзомъ, сталью, или же залиты сквозныя отверстія и трещины. Есть также образцы, показывающіе сливаніе частей сломанной вещи, приливаніе недостающихъ частей, исправленіе изношенныхъ поверхностей, наливанія слоя металла на другой.

Не мало интереса представляютъ образцы, демонстрирующіе обращеніе бѣлаго, твердаго чугуна въ сѣрый, работа, которая имѣетъ очень важное практическое значеніе. На одномъ изъ этихъ образцовъ размягченъ край предмета изъ твердаго, бѣлаго чугуна, въ другомъ размягчена середина для просверленія въ ней отверстія. Выставлены также образцы отдѣльныхъ, цѣлыхъ вещей, отлитыхъ при помощи электричества изъ чугуна, бронзы и стали.

Электрическая отливка даетъ также возможность приготовлять металлическія трубы, образцы которыхъ тоже имѣются въ витринѣ; именно прямая труба изъ красной мѣди, выдержавшая испытаніе на изгибъ и разрывъ водою (500 атмосферъ), а также колѣно трубы тоже изъ красной мѣди.

Наконецъ, имѣются образцы, демонстрирующіе сплавъ, который можно получать при помощи электрической отливки, именно сплавъ *электритъ* для трущихся частей, отличающійся большой твердостью и малымъ коеффиціентомъ тренія.

Двѣ болванки, одна изъ которыхъ отлита изъ желѣза безъ уплотненія, а другая съ электрическимъ уплотненіемъ, явно показываютъ значеніе этого процесса, который, какъ было сказано, заключается въ обработкѣ только что отлитаго металла съ цѣлью полученія отливки безъ пузырей (раковинъ), безъ усадки и безъ прибыли (негодной верхней части).

Интересъ, возбуждаемый изобрѣтеніемъ Н. Г. Славянова, усиливается значительно вслѣдствіе того, что изобрѣтатель производитъ на выставкѣ опыты электрической отливки и тѣмъ даетъ возможность интересующимся лицамъ увидѣть весь процессъ отливки, убѣдиться въ его сравнительной простотѣ и осмотрѣть тѣ небольшія приспособленія, которыя требуются для электрической отливки.

Какъ было уже сказано, токъ для отливки доставляется динамомашиной Фритче, соединенной съ паровой машиной Вейера и Ричмонда. Отъ распредѣлительной доски токъ идетъ по двумъ мѣднымъ проводникамъ въ очень небольшую «мастерскую» Н. Г. Славянова, помѣщающуюся въ одномъ изъ угловъ большаго, средняго зала. Тамъ онъ поступаетъ въ особаго рода коммутаторъ, проходитъ черезъ реостатъ и изъ реостата идетъ въ плавильникъ. Вся «мастерская» занимаетъ около квадратной сажени, между тѣмъ въ ней были произведены такія работы, какъ наливанія на стальной валъ слоя стали въ 6 дюймовъ высотой и 3 дюйма въ діаматрѣ. Эта операція вмѣстѣ съ уплотненіемъ отливки потребовала немногимъ больше получаса. Токъ былъ въ 300—400 амперъ при 60 вольтахъ.

Способъ электрической отливки Н. Г. Славянова уже получилъ привилегіи, какъ въ Россіи, такъ и заграницей, и несомнѣнно найдетъ себѣ мѣсто, какъ на многихъ механическихъ и чугунно-литейныхъ заводахъ, такъ и въ желѣзно-дорожныхъ мастерскихъ и въ маленькихъ походныхъ мастерскихъ на судахъ во время плаванія.

Принципы измѣренія перемѣнныхъ токовъ.

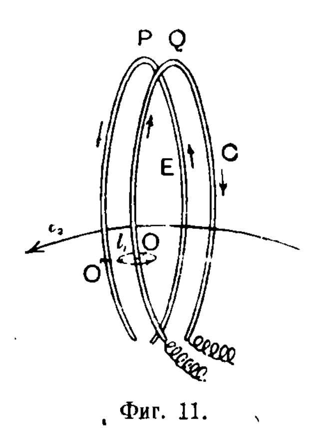
(Окончаніе). *)

Самоиндукція. Пусть P и Q (фиг. 11) изображаютъ два металлическихъ кольца, съ одною общею осью. Концы кольца P не соединены ничѣмъ, концы же кольца Q присоединены къ какому либо источнику тока. Когда по кольцу Q пойдетъ токъ C, то вокругъ него появятся магнитныя линіи, часть которыхъ пройдетъ также черезъ кольцо P, причемъ всѣ онѣ будутъ исходить изъ поверхности проводника Q.

Разсмотримъ линію l_2, проходящую черезъ оба кольца. Въ началѣ эта линія была небольшимъ кругомъ l_1, центръ котораго лежалъ на самомъ проводникѣ, въ точкѣ O, и плоскость котораго была перпендикулярна къ проводнику Q въ точкѣ O. Увеличиваясь затѣмъ въ размѣрахъ, она стала линіей l_2, причемъ осталась замкнутой кривой, но только та-

*) См. стр. 103.

кихъ размѣровъ, что только ея небольшая часть можетъ умѣститься на чертежѣ. Увеличиваясь по размѣрамъ, линія l_2 необходимо должна была пересѣчь кольцо P. Тоже самое можно сказать и о всякой другой магнитной линіи, появившейся около кольца Q и затѣмъ, увеличившись, пронизывающей оба кольца.



Фиг. 11.

Когда магнитныя линіи силъ пересѣкаютъ проводникъ, то въ этомъ проводникѣ появляется электродвижущая сила. Линія l_2, пересѣкая кольцо P въ точкѣ O', возбуждаетъ въ немъ электродвижущую силу, направленную сверху внизъ, точно также какъ и всѣ другія линіи, проходящія черезъ кольцо P въ томъ же направленіи, что и l_2, возбуждаютъ въ немъ такую же электродвижущую силу. Если устроить электрометръ достаточной чувствительности и присоединить его къ концамъ кольца P, то этотъ электрометръ обнаружитъ въ кольцѣ электродвижущую силу всякій разъ, какъ P будетъ пересѣчено магнитными линіями, т. е. всякій разъ, какъ будетъ мѣняться токъ C, въ кольцѣ Q. Съ того момента, какъ токъ C станетъ постояннымъ, линіи силъ перестанутъ двигаться и пересѣкать P. Съ этого времени, какъ бы не былъ силенъ токъ C электрометръ не обнаружитъ въ кольцѣ P присутствія никакой электродвижущей силы.

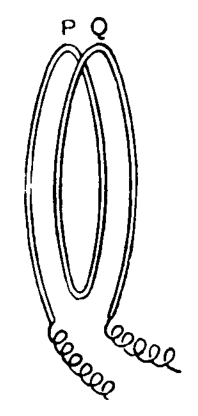
Когда токъ уменьшается до нуля, линіи силъ, всегда имѣющія форму замкнутыхъ кривыхъ, уменьшаются и пересѣкаютъ разныя точки кольца P, но уже въ *противуположномъ* направленіи, поэтому въ кольцѣ явится электродвижущая сила тоже *противуположнаго* направленія.

Положимъ, что N будетъ число магнитныхъ линій, которыя проходятъ сквозь кольцо P, когда по кольцу Q идетъ токъ въ одинъ амперъ. Тогда въ случаѣ, когда по Q идетъ C амперовъ, сквозь кольцо P пройдетъ NC линій. Если токъ въ кольцѣ Q требуетъ t секундъ, чтобы возрасти отъ нуля до C, то линіи пересѣкаютъ кольцо P съ средней скоростью $\frac{NC}{t}$ линій въ секунду. Если средняя электродвижущая сила, появившаяся въ это время въ P, будетъ E, то $E = 10^{-8}\frac{NC}{t}$ *). Положимъ, что въ продолженіи слѣдующихъ трехъ секундъ токъ возросъ до C'. Общее число линій, пересѣкшихъ кольцо P, будетъ тогда NC', а число линій, пересѣкшихъ его въ продолженіи послѣднихъ трехъ секундъ, будетъ $N(C' - C)$, средняя же электродвижущая сила, явившаяся въ это время будетъ равняться $E = 10^{-8} N (C' - C) \div 3$.

Замѣтимъ, что величина E нисколько не зависитъ отъ силы тока, но пропорціональна *измѣненію силы тока въ секунду*.

Если мы теперь соединимъ P съ источникомъ тока, а Q съ электрометромъ, то безъ сомнѣнія произойдутъ тѣ же явленія. Увеличивающійся токъ въ Q, возбуждаетъ въ P электродвижущую силу обратнаго направленія. Уменьшающійся токъ въ Q возбуждаетъ въ P электродвижущую силу одного направленія съ собой. Обратно, тоже самое произойдетъ, въ кольцѣ Q, если токъ будетъ увеличиваться и уменьшаться въ кольцѣ P.

Положимъ теперь, что кольца соединены между собою (фиг. 12) такъ, чтобы образовать спираль изъ двухъ оборотовъ. Тогда черезъ оба оборота пройдетъ одинъ и тотъ же токъ. Когда токъ усиливается, то линіи силъ, происходящія



Фиг. 12.

отъ оборота Q, пересѣкая оборотъ P, возбуждаютъ въ немъ электродвижущую силу, которая направлена обратно току, проходящему по P. Въ то же время линіи, происходящія отъ оборота P, пересѣкая оборотъ Q, возбуждаютъ въ немъ электродвижущую силу, тоже обратную направленію тока въ этомъ оборотѣ.

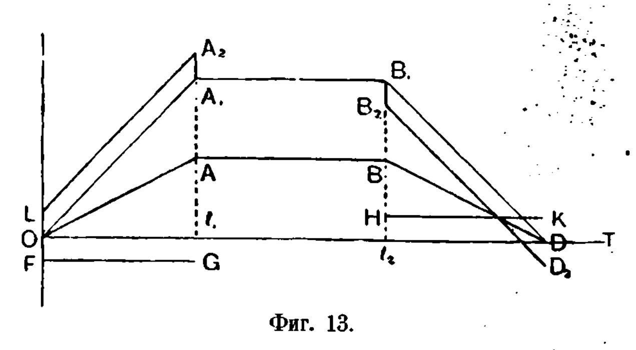
Произойдетъ однимъ словомъ совершенно тоже, какъ, если бы въ каждомъ оборотѣ спирали была помѣщена небольшая мѣстная баттарея или динамомашина, которыя противодѣйствовала бы току при его усиленіи, и помогала бы при его ослабленіи. Эта способность электрической цѣпи, производить при измѣненіи тока въ самой себѣ мѣстную электродвижущую силу, носитъ названіе *самоиндукціи*, коефиціентомъ же самоиндукціи въ цѣпи называется средняя величина электродвижущей силы, въ вольтахъ, появляющейся въ цѣпи, когда въ ней мѣняется токъ на одинъ амперъ въ одну секунду. Коефиціенты самоиндукціи измѣряются въ *секомахъ* (*). Электродвижущая сила, появляющаяся въ спирали, когда токъ въ ней мѣняется со скоростью одного ампера въ секунду, даетъ величину коефиціента самоиндукціи въ *секомахъ*. Величину коефиціента самоиндукціи легко измѣрить но часто почти невозможно вычислить. Если спираль (фиг. 12) состояла бы изъ n оборотовъ, то каждый изъ нихъ пересѣкался бы линіями силъ, производимыми (n—1) другими оборотами, такъ что въ нихъ появилась бы электродвижущая сила приблизительно въ (n—1) разъ больше, чѣмъ, первоначально въ каждомъ оборотѣ. Такъ какъ здѣсь было бы n оборотовъ вмѣсто 2, то электродвижущая сила была бы приблизительно въ n^2 разъ больше, чѣмъ та, которая появлялась въ P и Q. Слѣдовательно при увеличеніи числа оборотовъ въ спирали, коефиціентъ самоиндукціи возрастаетъ гораздо быстрѣе этого увеличенія. При неизмѣняющемся токѣ самоиндукція не имѣетъ *никакого* вліянія, и только съ момента, когда перемѣнные токи употребляются для распредѣленія электрической энергіи, можетъ случиться, что самоиндукція спирали будетъ имѣть бо̀льшее значеніе, чѣмъ ея сопротивленіе.

Положимъ, что въ катушкѣ, сопротивленіе которой 2 ома, токъ растетъ равномѣрно отъ 0 до 4 амперъ въ продолженіи 8 секундъ, затѣмъ въ продолженіи короткаго времени остается постояннымъ и потомъ начинаетъ равномѣрно уменьшаться до нуля съ прежнею скоростью. Если зависимость между временнымъ токомъ и электродвижущей силой представить такимъ же образомъ, какъ это было сдѣлано на фиг. 12, (стр. 104), то ломанная линія OABD (фиг. 13) изобразить токъ, который не мѣняется въ теченіи промежутка времени $t_1 t_2$ и слѣдовательно, по закону Ома, электродвижущая сила, производящая этотъ токъ будетъ равняться произведені

*) Множитель 10^{-8} вводится какъ слѣдствіе численныхъ зависимостей между вольтомъ и амперомъ и соотвѣтствующими абсолютными единицами.

(*) Эта единица иначе называется *генри* или *квадрантъ*

силы тока на сопротивленіе проводника. Такимъ образомъ кривыя OABD ординаты которой получены изъ соответствующихъ ординатъ кривой OA_1B_1D, уменьшеніемъ на 2 (сопротивленіе проводника), изобразитъ электродвижущую силу, производящую токъ въ каждый данный моментъ. Но, если катушка имѣетъ коефиціентъ самоиндукціи, напримѣръ 1,4 сек-



Фиг. 13.

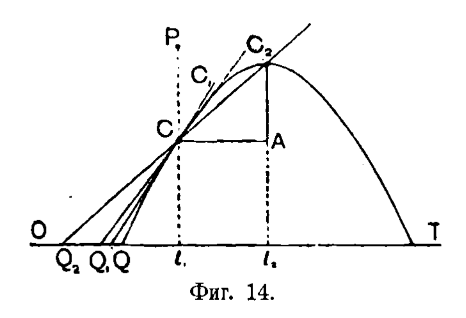
кома, то электродвижущая сила въ проводникѣ, такъ какъ токъ увеличивается и уменьшается, будетъ алгебраической суммой двухъ отдѣльныхъ электродвижущихъ силъ, именно электродвижущей силы источника, присоединеннаго къ концамъ катушки, и электродвижущей силы, развивающейся въ катушкѣ вслѣдствіе существованія самоиндукціи.

Скорость усиленія и ослабленіе тока равняется отношенію $\frac{At_1}{Ot_1}$ и $\frac{Bt_2}{t_2D}$, которыя оба равны $^4/_8$=0,5, такъ что электродвижущая сила, являющаяся слѣдствіемъ самоиндукціи будетъ, 1,4×0,5=0,7. При усиленіи тока эта электродвижущая сила будетъ дѣйствовать противъ него и поэтому она изображена линіей FG, параллельной горизонтальной оси OT, но находящейся ниже ея на разстояніи 0,7. При ослабленіи тока эта электродвижущяя сила будетъ одного съ нимъ направленія и поэтому она изображена линіей HK, параллельной оси OT, но выше нея на разстояніи 0,7. Назовемъ черезъ E электродвижущую силу, приложенную къ концамъ катушки въ каждый моментъ времени, при усиленіи тока, и черезъ C—силу тока въ этотъ моментъ. Тогда по закону Ома $C=\frac{E-0,7}{2}$, откуда E=2 C+0,7. Иными словами электродвижущая сила въ катушкѣ будетъ на 0,7 вольта больше, чѣмъ та, которая требуется для произведенія въ немъ тока C и эта электродвижущая сила изобразится прямой LA_2, ординаты которой на 0,7 больше ординатъ OA_1.

Такимъ же образомъ линіи B_2D_2, ординаты которой на 0,7 меньше ординатъ линіи B_1D изобразитъ электродвижущую силу въ катушкѣ, когда токъ уменьшается и электродвижущая сила, происходящая отъ самоиндукціи дѣйствуетъ въ одномъ направленіи съ электродвижущей силой, производящей токъ.

Пока токъ не мѣняется, E всегда равняется просто 2 C, такъ какъ самоиндукція въ это время не имѣетъ никакого значенія.

Примѣнить только что изложенныя соображенія къ случаю, когда токъ мѣняется *съ измѣняющеюся скоростью,* очень просто. Пусть кривая на фиг. 14 изображаетъ одну



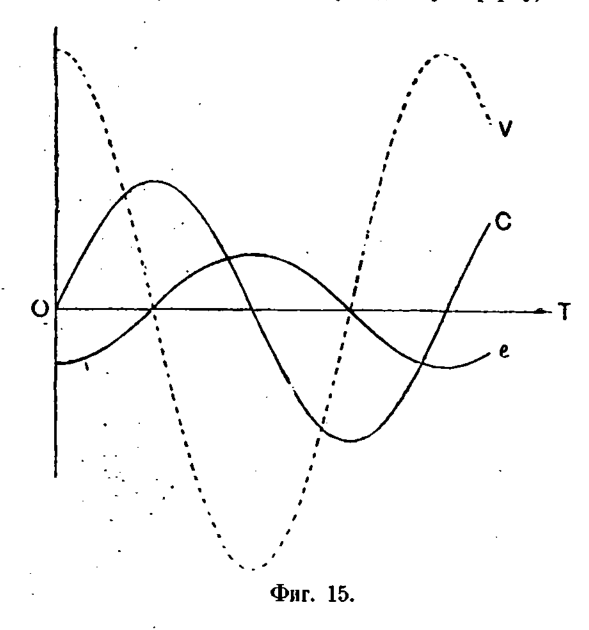
Фиг. 14.

пульсацію перемѣннаго тока. Его сила увеличивается отъ t_1C до t_2C_2, то есть на величину AC_2 (если прямая AC параллельна оси OT) въ продолженіи времени t_1t_2 и средняя скорость увеличенія равняется $AC_2 : t_1t_2 = \frac{AC_2}{AC} = tang\ C_2Q_2T$.

По формѣ кривой уже видно, что токъ увеличивается медленнѣе въ C_2, чѣмъ въ C и, если мы возмемъ какую либо точку C_1, лежащую ближе къ C нежели къ C_2, то средняя скорость усиленія тока между точками C и C_1, т. е. $tang\ C_1Q_1T$, приближается ближе къ скорости увеличенія въ точкѣ C, чѣмъ полученная прежде величина. Если наконецъ мы возмемъ точку безконечно близкую къ C, то линія CQ станетъ касательной къ правой въ точкѣ C.

Поэтому, чтобы найти скорость измѣненія тока въ какой либо точкѣ, надо въ этой точкѣ провести касательную къ кривой, и найти тангенсъ угла образуемаго этой касательной съ осью OT.

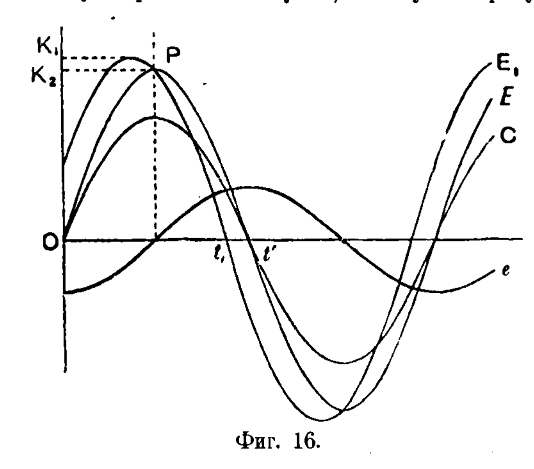
Величину этого тангенса можно потомъ изобразить ординатой t_1P. Сдѣлавъ это вычисленіе, и построеніе для нѣсколькихъ точекъ, получимъ кривую, изображенную пунктиромъ на фиг. 15. Эта кривая U, изображающая скорость измѣненія тока, имѣющаго синусоидальную форму, сама



Фиг. 15.

тоже синусоида, пересѣкающая OT въ точкахъ, лежащихъ по серединѣ между мѣстами пересѣченія оси кривой тока. Если предположить, что токъ проходитъ черезъ катушку, коефиціентъ самоиндукціи которой равняется 0,25, то, помноживъ ординаты кривой V на величину коефиціента самоиндукціи и перевернувъ ихъ, получимъ кривую *e*, изображающую электрическую силу, получившуюся въ катушкѣ отъ этой причины.

Если мы помѣстимъ ординаты кривой тока C (фиг. 16) на величину сопротивленія катушки, то получимъ кривую E.



Фиг. 16.

изображающую электрическую силу, производящую токъ. Если E_1 будетъ электродвижущая сила между концами катушки во всякій моментъ времени, то $E=E_1+e$, откуда $E_1=E-e$. Вычитая ординаты кривой e изъ соотвѣтствующихъ ординатъ кривой E, мы можемъ получить кривую E_1.

Можно предположить, что E_1 есть электродвижущая сила въ главныхъ проводахъ, идущихъ отъ динамомашины перемѣннаго тока, между которыми включена катушка.

Въ такой цѣпи относительные размѣры кривыхъ могутъ конечно мѣняться какъ угодно, но относительное положеніе ихъ остается всегда неизмѣннымъ. Объ относительномъ положеніи C,e и E уже было сказано, надо только замѣтить, что когда C и слѣдовательно и E достигаютъ наибольшей величины, $e=o$, поэтому кривая E_1 всегда должна пересѣкать кривую E въ самой высшей точкѣ ея P.

Главное дѣйствіе самоиндукціи въ цѣпи съ перемѣннымъ токомъ показаны ясно на фиг. 16. Ея дѣйствіе уменьшаетъ электродвижущую силу, производящую токъ, въ отношеніи $\frac{OK_2}{OK_1}$, слѣдовательно и сила тока уменьшается въ томъ же отношеніи.

Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что C имѣетъ наибольшее и наименьшее значеніе позже чѣмъ электродвижущая сила въ главныхъ проводахъ на время $t_1t'_1$ и слѣдовательно токъ отстаетъ отъ этой электродвижущей силы.

Катушки съ самоиндукціей. Обыкновенно электродвижущая сила въ проводникахъ, распредѣляющихъ въ домахъ токъ, доставляемыхъ общественными станціями, приблизительно равняется 100 вольтамъ. Если это число вольтъ слишкомъ велико для лампы или другого прибора, черезъ который потребитель желаетъ пропустить токъ, то ихъ можно понизить, введя въ цѣпь послѣдовательно съ приборомъ дополнительное сопротивленіе.

Возьмемъ самый простой случай. Положимъ, что намъ нужно помѣстить въ цѣпь въ 100 вольтъ большую лампу накаливанія, требующую 10 амперовъ при 50 вольтахъ. Если помѣстить въ цѣпь послѣдовательно съ лампой катушку въ 5 омовъ, то она поглотитъ 50 вольтъ. Число ваттовъ, которое поглотится комбинацій этихъ приборовъ будетъ 10000, изъ нихъ 5000 будутъ употреблены съ пользой для накаливанія лампы, а остальные 5000 на безполезное нагрѣваніе катушки. Хотя не существуетъ проводника, который имѣлъ бы коефиціентъ самоиндукціи точно равный нулю, тѣмъ не менѣе всегда возможно устроить такую катушку, у которой этотъ коефиціентъ былъ бы ничтожно малъ. Если въ нашемъ случаѣ устроена такая катушка, то ее можно безразлично употреблять какъ для перемѣнныхъ, такъ и для постоянныхъ токовъ.

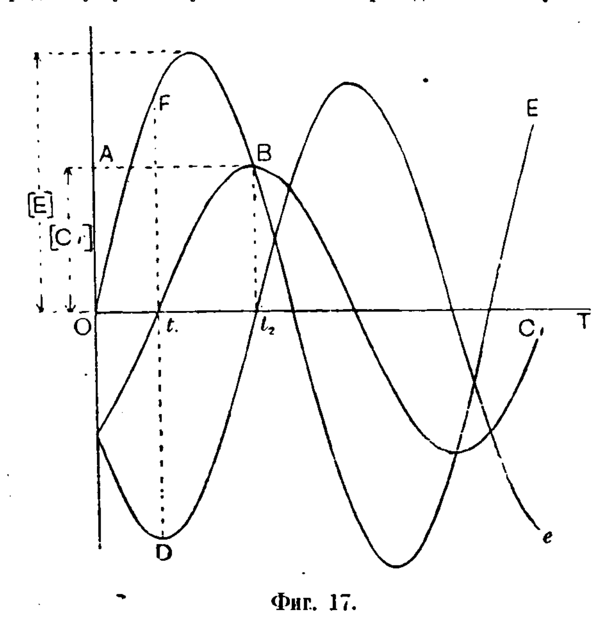
Уже было показано (см. фиг. 16), что катушка съ самоиндукціей уменьшаетъ электродвижущую силу перемѣннаго тока, производя другую электродвижущую силу, отличающуюся отъ первой по фазѣ, поэтому возможно уничтожить излишніе 50 вольтъ при помощи катушки съ соотвѣтствующимъ коефиціентомъ самоиндукціи. Такія катушки называются по англійски *choking coil,* по французски *bobines à self-induction.* Конечно невозможно устроить катушку, которая не имѣла бы никакого сопротивленія, но катушку съ самоиндукціей можно устроить такого сопротивленія, которое будетъ весьма мало сравнительно съ тѣмъ, которое имѣла бы катушка, поглощающая 50 вольтъ своимъ сопротивленіемъ. Поэтому для простыхъ можно пренебречь сопротивленіемъ катушекъ съ самоиндукціей.

Положимъ что электродвижущая сила имѣетъ 100 полныхъ періодовъ измѣненія въ секунду. Если мы возьмемъ вольтъ за единицу электродвижущей силы, секунду—за единицу времени, и сантиметръ за единицу длины, то кривая для электродвижущей силы для половины періода, будетъ имѣть около 150 сантиметровъ высоты, и стоять на основаніи, длиною въ 0,005 сант., т. е. высота кривой будетъ въ 30000 разъ больше ея ширины и такую кривую невозможно начертить.

Одно изъ средствъ обойти трудность, это выбрать за единицу электродвижущей силы 10 вольтъ, а за единицу времени 0,001 секунды. Тогда кривая будетъ высотою приблизительно въ 15 сант. и шириною въ 5 сант. Получаемыя изъ такой кривой данныя, надо умножать на нѣкоторую величину, чтобы получать истинныя числа.

Можетъ быть болѣе удобно будетъ рѣшить задачу, подобную предложенной, положивъ, что электродвижущая сила въ главныхъ проводникахъ равна 10, что число полныхъ вибрацій равняется одной въ 10 секундъ, и затѣмъ посредствомъ простыхъ ариѳметическихъ разсужденій получить числа для нашего случая.

Начертимъ кривую E (фиг. 17), наибольшая высота которой (E) равняется 10 и пусть она изображаетъ электродвижущую силу въ главныхъ проводникахъ. Эту элек-



Фиг. 17.

тродвижущую силу надо уменьшить въ два раза. Для этой цѣли проведемъ прямую AB, параллельную оси OT, гдѣ, AO=5. На фиг. 16 было показано, что кривая окончательной электродвижущей силы пересѣкается кривой E, отстающей отъ нея, въ своей наименьшей точкѣ. Поэтому B будетъ высшей точкой этой кривой и ее теперь можно вычертить. Такъ какъ эта кривая раньше получалась изъ кривой тока, умножая ея ординаты на сопротивленіе цѣпи, то ее можно назвать кривой Cr, гдѣ C — есть сила проходящаго тока, а r сопротивленіе лампы. Электродвижущая сила, происходящая отъ самоиндукціи, будетъ наибольшая, когда C, и слѣдовательно и Cr, будетъ равняться нулю. Поэтому вершина и основаніе кривой e будетъ соотвѣтствовать такому моменту времени t, когда окончательная электродвижущая сила равна нулю и электродвижущая сила, происходящая отъ самоиндукціи уравновѣшиваетъ электродвижущую силу главныхъ проводниковъ. Поэтому, если t_1 D равняется t_1 F, то D будетъ самой низкой точкой кривой, которую теперь можно и начертить. Она пересѣкаетъ OT въ точкѣ t_2, гдѣ Cr имѣетъ максимумъ.

Смѣривъ длину t_1 D, мы найдемъ, что она приблизительно равняется 8,7. Изъ этого слѣдуетъ, что перемѣнная электродвижущая сила, наибольшая величина которой достигаетъ 10, можетъ быть уменьшена на половину при помощи катушки съ самоиндукціей, которая даетъ электродвижущую силу въ 8,7 въ тотъ моментъ, когда проходящій по ней токъ мѣняется наиболѣе быстро, т. е. когда онъ мѣняетъ свое направленіе.

Очень важно замѣтить, что число 8,7 не зависитъ ни отъ силы тока, ни отъ числа перемѣнъ направленія въ секунду.

Теперь легко найти коефиціентъ самоиндукціи для первоначально выбраннаго случая.

Если перемѣнная электродвижущая сила, измѣренная вѣсами равняется 100, то наибольшая высота кривой, изображающей ее, будетъ 141,4. Для того, чтобы сдѣлать кривую на фиг. 17 удобныхъ размѣровъ, наибольшія электродвижущія силы въ главныхъ проводникахъ и лампѣ были уменьшены соотвѣтственно до 10 и 5. Чтобы ординаты кривыхъ, на этой фигурѣ изображали дѣйствительныя величины электродвижущихъ силъ, ихъ надо умножить на 14,14. Откуда

23. Такъ какъ въ дѣйствительности лампа по-
амперъ, то наибольшая высота кривой тока

ная синусоидальная кривая ($y=\sin x$), при
высотѣ въ 1 сант., имѣетъ ширину въ 3,14 сант.,
ось x—овъ подъ угломъ въ 45°1, т. е. скорость
я равняется $tang$ 45°. Если высоту простой
чить въ 14,14 разъ, скорость ея возрастанія
$tang$ 45°. Наконецъ, если ея ширину умень-
до 0,005, то получимъ требуемую кривую тока,

возрастанія будетъ $\frac{14,14 \times 3,14}{0,005}$ $tang$ 45°,

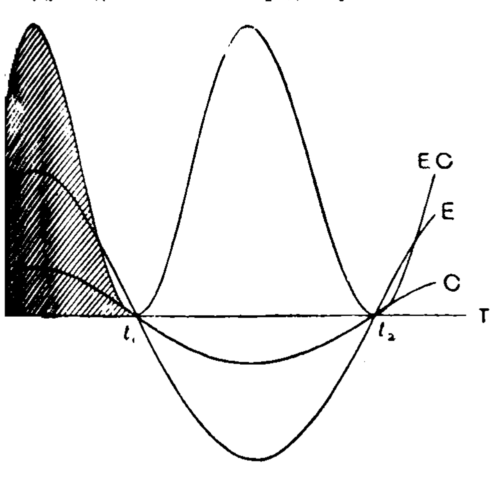
тельно 8886. Если мы назовемъ черезъ S тре-
щіентъ самоиндукціи въ катушкѣ, то

$$= S \times 8886, \text{ откуда } S = \frac{123}{8886} = 0,0138.$$

лектродвижущая сила въ главныхъ проводникахъ
ъ понижена для лампы до 50 вольтъ или введе-
шки, не обладающей самоиндукціей, сопротивле-
должно равняться 5 омамъ, или катушкой почти
вленія, но съ коефиціентомъ самоиндукціи въ
ма.

и цѣпи съ индукціей. Цѣль счетчиковъ отмѣчать
щъ Board of Trade, проходящихъ черезъ цѣпь.
oard of Trade есть единица энергіи, но большин-
иковъ отмѣчаютъ не количество энергіи, прошед-
ъ цѣпь, но число амперъ-часовъ. До сихъ поръ не
еще счетчика, который измѣрялъ бы количество
и всякихъ условіяхъ, но всегда предполагается,
вольтъ тока, идущаго по главнымъ проводникамъ
постояннымъ, такъ что, помноживъ указаніе счет-
еръ-часовъ) на соотвѣтствующій множитель, полу-
ло потребленныхъ единицъ (Board of Trade) энергіи.
емъ такимъ образомъ цифры совершенно тожде-
съ тѣми, которыя получились бы отъ перемноженія
амперметра и вольтметра, включенныхъ въ цѣпь.
вольтметра остается постояннымъ, если предпо-
что электродвижущая сила остается постоянной, и
овъ, полученное перемноженіемъ даютъ энергію,
ую въ продолженіи времени наблюденія.

что было сказано, что если электродвижущая сила
ыхъ проводникахъ, по которымъ идетъ перемѣнный
ъ слишкомъ сильный токъ для какого нибудь при-
затрудненіе можно устранить двумя способами,
ктродвижущую силу въ приборѣ можно уменьшить,
въ цѣпь или катушку съ нѣкоторыми сопротив-
ли катушку съ опредѣленной самоиндукціей. Въ
лучаѣ вся цѣпь будетъ обладать нѣкоторымъ со-
іемъ, но не индуктивностью; во второмъ случаѣ
еніе будетъ равняться только половинѣ сопротив-
ваго случая, но за то появится индуктивность, от-
боихъ случаяхъ токъ будетъ одинъ и тотъ же. Такъ
будутъ одинаковы и электродвижущая сила въ

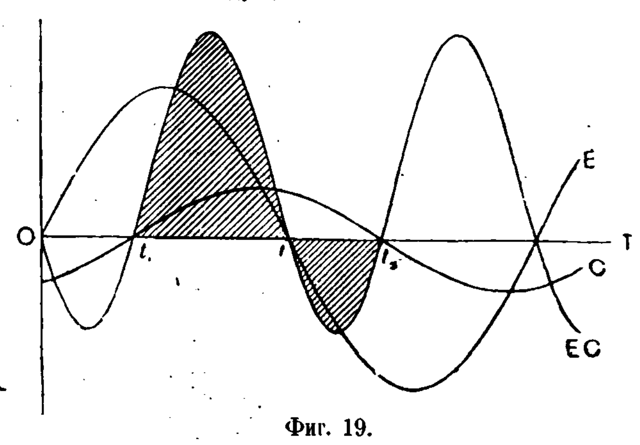


Фиг. 18.

главныхъ проводникахъ одна и та же, то два счетчика, помѣщенныя въ обѣ цѣпи, будутъ показывать одно и то же потребленіе энергіи.

Посмотримъ теперь каково будетъ въ дѣйствительности потребленіе энергіи въ каждой цѣпи. На фиг. 18 представленъ первый случай. Кривая E изображаетъ электродвижущую силу въ главныхъ проводникахъ, кривая C—проходящій токъ. Единственная электродвижущая сила, производящая токъ C есть E, такъ что E и C будутъ всегда сохранять одно и то же направленіе. Если перемножить между собою соотвѣтствующіе ординаты обѣихъ этихъ кривыхъ въ каждый моментъ времени, то полученная кривая EC будетъ давать число ваттовъ въ каждый моментъ. Количество EC будетъ всегда положительнымъ, такъ какъ E и C бываютъ всегда одновременно или положительными или отрицательными. Поэтому вся кривая EC расположена выше оси OT, что показываетъ что цѣпь всегда поглощаетъ нѣкоторую энергію.

Количество энергіи, потребленное въ продолженіи нѣкотораго промежутка времени, равняется числу ваттовъ, умноженному на величину этого промежутка времени. Поэтому энергія, потребленная въ промежуткѣ времени Ot_1 равняется заштрихованной площади, заключенной между кривою и осью Ot_1. Если измѣрить эту площадь, то найдемъ, что она равна показанію счетчика за тотъ же промежутокъ времени. Потому показанія счетчика вполнѣ заслуживаютъ довѣрія, когда въ цѣпи нѣтъ самоиндукціи.



Фиг. 19.

Во второмъ случаѣ электродвижущая сила въ главныхъ проводникахъ и токъ остаются тѣ же самые, что и въ первомъ, поэтому кривая E и C (фиг. 19) совершенно подобны соотвѣтствующимъ кривымъ фиг. 18, но ихъ относительное положеніе измѣнилось, кривая C, какъ это показывали фиг. 16 и 17, отстаетъ отъ кривой E.

На фиг. 19 показано положеніе кривыхъ, когда окончательная электродвижущая сила, какъ это раньше сказано, уменьшена до половины электродвижущей силы, въ главныхъ проводникахъ, при помощи катушки съ самоиндукціей.

Кривая EC, ординаты которой получаются перемноженіемъ соотвѣтствующихъ ординатъ кривыхъ E и C, теперь спускается ниже оси OT, такъ какъ, когда ординаты E и C лежатъ по разныя стороны отъ оси OT, то одна изъ нихъ должна быть отрицательной, а другая положительной, и произведеніе ихъ будетъ величиной отрицательной, которую нужно отложить по направленію внизъ отъ оси OT. Въ промежутокъ времени отъ t_1 до t энергія переходитъ изъ главныхъ проводниковъ въ цѣпь, но въ промежутокъ отъ t до t_2 электродвижущая сила самоиндукціи становится больше, чѣмъ электродвижущая сила въ главныхъ проводникахъ и энергія переходитъ изъ цѣпи въ главные проводники. Количество энергіи, дѣйствительно поглощенное цѣпью, въ продолженіи одной пульсаціи тока, можетъ быть найдено, вычитаніемъ заштрихованной части площади ниже линіи OT изъ заштрихованной площади, лежащей выше этой линіи. Полученное такимъ образомъ количество будетъ какъ разъ равняться половинѣ энергіи, потраченной въ предыдущемъ случаѣ.

Счетчики, напримѣръ Шалленбергера, приводятся въ дѣйствіе только токомъ и поэтому они отмѣтятъ въ обоихъ случаяхъ одно и то же количество энергіи. Слѣдовательно

въ послѣднемъ случаѣ потребителю придется платить за число единицъ Board of Trade вдвое больше, чѣмъ ему было доставлено.

Дѣйствія самоиндукціи бываютъ такъ неожиданны, что лицамъ, привыкшимъ работать исключительно съ постоянными токами, иногда весьма трудно увидѣть ясно, какъ на самомъ дѣлѣ происходятъ явленія, столь очевидно изображаемыя кривыми.

Что энергія переходитъ въ данномъ случаѣ въ главные проводники и совершаетъ полезную работу внѣ цѣпи, изъ которой она получается, можно видѣть изъ слѣдующаго простаго примѣра.

Положимъ, что динамомашина перемѣннаго тока посылаетъ токъ въ только что разсмотрѣнную цѣпь съ самоиндукціей. Отъ момента t_1 до момента t (фиг. 19), электродвижущая сила, образуемая въ арматурѣ динамомашины, производитъ токъ одного съ собою направленія и паровая машина должна употреблять нѣкоторое усиліе на вращеніе арматуры. Въ моментъ t направленіе электродвижущей силы въ арматурѣ мѣняется, но направленіе тока не мѣняется до момента t_2, другими словами въ промежутокъ времени отъ t до t_2, токъ проходитъ черезъ арматуру въ направленіи противоположномъ, развивающейся въ ней электродвижущей силы. Въ это время динамомашина работаетъ уже не какъ производитель тока, но какъ двигатель. Въ продолженіи полнаго оборота арматуры есть время, въ продолженіи котораго динамомашина получаетъ электрическую энергію изъ внѣшней цѣпи, которую она утилизируетъ для своего вращенія, а паровая машина въ это время только пополняетъ недостающую энергію.

Отъ t_1 до t цѣпь поглощаетъ больше энергіи, чѣмъ она можетъ потребить, такъ что въ промежутокъ отъ t до t_2 она возвращаетъ ту энергію, которая въ ней не превратилась въ тепло. На первый взглядъ вовсе не ясно, гдѣ запасалась эта энергія. Запасеніе полученной электрической энергіи и ея возвращеніе не представляетъ ничего новаго. Когда токъ проходитъ черезъ вторичную баттарею, то только незначительная часть его энергіи немедленно превращается въ тепло, но большая часть ея запасается въ нѣкоторыхъ соединеніяхъ свинца, которыя возвращаютъ электрическую энергію, когда имъ приходится вернуться въ первоначальное химическое состояніе.

Когда токъ проходитъ по катушкѣ, обладающей самоиндукціей, линіи силъ окружаютъ ее такъ, что энергія запасается не просто въ катушкѣ, но въ окружающемъ катушку пространствѣ, которое заполняется этими линіями. Когда токъ уменьшается до нуля, эти линіи пропадаютъ и, уничтожаясь, пересѣкаютъ проводникъ и возвращаютъ ему энергію, взятую у него раньше. Количество энергіи, запасенной такимъ образомъ, въ каждый моментъ времени, легко вычислить, перемножая ординаты кривой тока и кривой электродвижущей силы, происходящей отъ самоиндукціи между разсматриваемой точкой и точкой, гдѣ токъ равняется нулю. Можно показать, что площадь кривой, такимъ образомъ полученной, равляется $\frac{1}{2} S C^2$, гдѣ S есть коефиціентъ самоиндукціи.

Заключеніе. Во всѣхъ предъидущихъ разсужденіяхъ предполагалось, что въ цѣпи, по которой проходитъ перемѣнный токъ, совершенно нѣтъ желѣза. Это было сдѣлано для того, чтобы было возможно изображать измѣненія электродвижущей силы и тока синусоидами, какъ это дѣлается всегда въ математическихъ трактатахъ. На практикѣ всегда употребляются значительныя количества желѣза, поэтому кривыя тока и электродвижущей силы бываютъ не синусоидами, но значительно отличаются отъ нихъ.

Однако указанныя построенія можно удержать, разница будетъ только въ томъ, что діаграммы будутъ имѣть болѣе сложный видъ и будутъ требовать болѣе умѣнія и ловкости для черченія. Кромѣ того желѣзо причиняетъ потерю энергіи въ цѣпи, кромѣ той потери, которая зависитъ отъ ея сопротивленія. Пластинчатое желѣзо при быстромъ намагничиваніи и размагничиваніи даже нагрѣвается. Поэтому въ катушкѣ съ самоиндукціей, внутри которой находится желѣзный сердечникъ, будетъ всегда происходить потеря энергіи, хотя бы сопротивленіе ея обмотки было ничтожно.

Гаррисонъ.

ОБЗОРЪ НОВОСТЕЙ.

Двигатель перемѣннаго тока Стен[...] Келли. Необходимость двигателей перемѣннаго тока [...]щается все больше и больше и конечно 1891 годъ мо[...] считаться однимъ изъ наиболѣе счастливыхъ въ смысл[...] работки новыхъ типовъ.

Двигатели многофазные казалось бы доставляютъ п[...]тическое рѣшеніе задачи о двигателяхъ перемѣннаго т[...] но чтобы ихъ примѣнять пришлось бы устраивать осо[...] сѣти канализаціи для распредѣленія такихъ токовъ, т[...] какъ такихъ сѣтей до сихъ поръ не существовало. Для [...]стоящаго времени было бы во много разъ полезнѣе, есл[...] существовалъ двигатель, который могъ бы работать т[...] гдѣ существуютъ обыкновенно канализаціи перемѣнн[...] тока, число которыхъ, какъ въ Старомъ такъ и въ Нов[...] Свѣтѣ, очень значительно. Очень хорошо заботиться о б[...]щемъ, но раньше всего слѣдуетъ удовлетворять подроб[...]стямъ своего времени, а между нами несомнѣнно находи[...] потребность въ простомъ двигателѣ, который можно было [...] безо всякихъ осложненій помѣщать въ существующія сѣт[...] канализаціи.

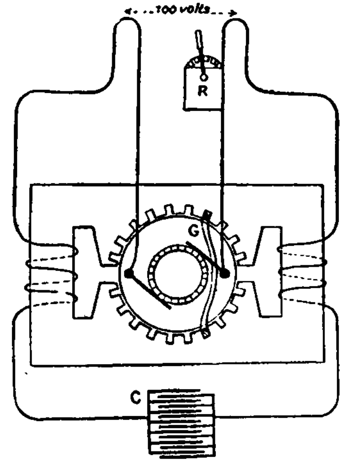
Правда, предлагали множество способовъ устран[...] это, напримѣръ выпрямленіе токовъ, но всѣ они не [...] желаемыхъ результатовъ. Можно сказать, что теперь [...]ствительно хорошо работаетъ только одинъ видъ двигате[...] перемѣннаго тока, что *двигатели синхроничные.* Есл[...] не было неудобства и затрудненій при ихъ пускані[...] ходъ, зависящее отъ необходимости синхронизма съ прои[...]дителемъ, то этого рода двигатели рѣшали бы задачу со[...]шенно удовлетворительно. Синхронизмъ поддержива[...] отлично и совпаденіе фазъ не нарушается даже при пе[...]грузкахъ въ 50 и 60%, что неоднократно замѣчалось [...] установкахъ, гдѣ работаютъ эти двигатели.

Тѣмъ не менѣе еще не изобрѣтено двигателя, котор[...] можно было бы пустить нагруженнымъ и который удовле[...]рялъ бы различнымъ требованіямъ практики.

Очень интересная попытка на этомъ пути была сдѣ[...] въ послѣднее время Стэнли и Келли, которые представ[...] въ засѣданіе Chicago Electric. Club двигатель перемѣнн[...] тока, устройство котораго составляло предметъ работъ и[...]брѣтателей въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ.

Этотъ двигатель имѣетъ много общаго съ обыкновен[...] динамомашиной постояннаго тока. Электромагниты, то[...] также какъ и сердечникъ арматуры, сдѣланы изъ тонк[...] листоваго желѣза для того, чтобы избѣжать образова[...] токовъ Фуко. Двигатель предназначается для работы [...] токѣ съ напряженіемъ въ 100 вольтъ, доставляемымъ в[...]ричной цѣпью трансформатора. Арматура, какъ было [...] сказано, похожа на арматуру двигателя постояннаго то[...] электромагниты же помѣщены въ отвѣтвленіи, слѣдователь[...] весь двигатель напоминаетъ шунтъ-динамо постоянна[...] тока.

Чтобы сдѣлать этотъ двигатель практичнымъ, ну[...] было уничтожить вредное вліяніе трехъ факторовъ:



Фиг. 20.

1) Самоиндукціи въ электромагнитахъ, которая при обыкновенной обмоткѣ шунтъ-динамо, заставила бы употреблять для полученія нормальнаго тока напряженіе въ 9000 вольтъ, вмѣсто 100 вольтъ.

2) Самоиндукціи въ арматурѣ.

3) Разности фазъ въ токахъ въ арматурѣ и электромагнитахъ.

Первое затрудненіе—тѣмъ, что на электромагнитахъ сдѣлана была обмотка изъ 250 оборотовъ толстой проволоки вмѣсто 3000 оборотовъ тонкой, которое было необходимо. Кромѣ того въ цѣпь съ электромагнитами послѣдовательно былъ включенъ конденсаторъ C такой емкости, что его электродвижущая сила уравновѣшивала электродвижущую силу самоиндукціи.

При этомъ расположеніи разность потенціаловъ у зажимовъ конденсатора достигаетъ 750 вольтъ и токъ, проходящій по электромагнитамъ ослабляется мало и мало отстаетъ отъ электродвижущей силы.

Чтобы уничтожить самоиндукцію въ арматурѣ, въ полюсныхъ поверхностяхъ электромагнитовъ сдѣланы выемки, въ которыхъ помѣщены толстыя мѣдныя полосы G, соединенныя между собою такъ, что онѣ образуютъ спирали замкнутыя сами на себя.

Какъ показываетъ фиг. 20, плоскости этихъ оборотовъ параллельны магнитному потоку въ якорѣ, слѣдовательно на нихъ измѣненія потока не дѣйствуютъ, тогда какъ относительно арматуры онѣ играютъ роль вторичной цѣпи трансформатора, замкнутой на себя, первичной обмоткой котораго служила бы обмотка арматуры. Слѣдовательно эти обороты значительно уменьшаютъ въ арматурѣ самоиндукцію и запаздываніе по фазѣ.

Токи въ электромагнитахъ и арматурѣ, не отставая другъ отъ друга, производятъ движущую пару силъ, величина которой мѣняется періодически, но направленіе остается постояннымъ.

Если вспомогательнымъ оборотамъ дать достаточное сѣченіе, то потеря отъ ихъ нагрѣванія будетъ незначительна.

Однимъ словомъ этотъ двигатель обладаетъ всѣми качествами двигателя постояннаго тока. Работая порожнемъ онъ принимаетъ нормальную скорость, потребляя небольшое количество энергіи, потребленіе которой растетъ вмѣстѣ съ нагрузкой. Подобное рѣшеніе вопроса о двигателяхъ перемѣннаго тока представляется очень соблазнительнымъ, но чтобы произнести окончательное сужденіе, надо подождать приговора лучшаго изъ судовъ: практики.

L'Industrie Electrique.

Электрическое приготовленіе фосфора.

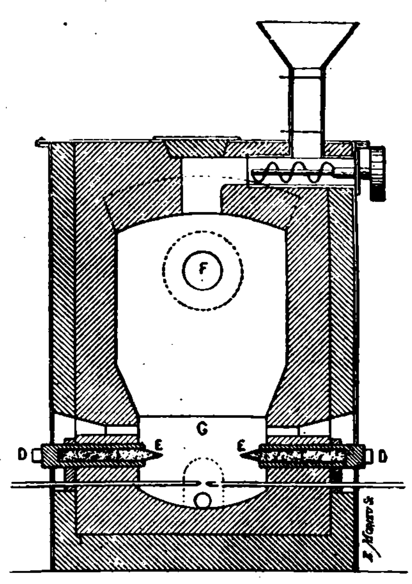
Нѣсколько лѣтъ д-ръ Редманъ взялъ привилегію на добываніе фосфора посредствомъ его возстановленія накаленнымъ углемъ, причемъ накаливаніе производилось электрическимъ путемъ. Эта привилегія была результатомъ многолѣтнихъ трудовъ Редмана надъ изученіемъ болѣе экономическихъ способовъ добычи фосфора, чѣмъ употребляемые нынѣ. Въ настоящее время его способъ уже вышелъ изъ лабораторіи и поступилъ въ область промышленности.

Немного спустя, послѣ полученія своей привилегіи, въ 1888 году, Редманъ узналъ, что Паркеръ въ Вольфергамптонѣ взялъ на семь недѣль позже его привилегію на электрическій способъ приготовленія фосфора. Оба изобрѣтателя соединились вмѣстѣ и усовершенствованные ими способы теперь носятъ названіе способовъ Редманъ-Паркера. Мы приводимъ главнѣйшія свѣдѣнія относительно этихъ способовъ, также какъ и относительно расположенія аппаратовъ въ опытномъ заводѣ, которыя мы заимствуемъ изъ ихъ сообщенія въ Шотландскомъ Society of Chemical Industry.

Заводъ этотъ былъ устроенъ около станціи Мильтонъ. Машина, которая на немъ работала, была одной изъ машинъ *Cowles Company*, дававшая 5000 амперъ при разности потенціаловъ въ 50—60 вольтъ. Иногда для добыванія фосфора употреблялся весь токъ, доставлявшійся этою машиной.

Токъ приводился къ печамъ при помощи гибкихъ кабелей. Электрическія печи имѣли форму прямоугольныхъ ящиковъ въ 1,5 метра въ длину, 50 сант. въ ширину и 39 въ вышину. На каждой сторонѣ печи помѣщалась труба, черезъ которую электроды проникали внутрь печи. Угли въ электродахъ, которые замѣняли мелкій уголь, употребляемый обыкновенно для переведенія метафосфатовъ въ фосфоръ, имѣли 1,12 метровъ въ длину и 6 сант. въ діаметрѣ. Вѣсъ ихъ равнялся 8,9 килограмма. Каждый электродъ состоялъ изъ девяти такихъ углей, вдѣланныхъ въ особую, чугунную оправу. Въ печи обработывались непосредственно минералы, такъ что обработки сѣрной кислотой, мытья и т. д. вовсе не производилось.

Во время первыхъ опытовъ въ Мильтонѣ встрѣтилось нѣкоторое затрудненіе получить однородное распространеніе температуры; желѣзо, алюминій, кальцій — соединялись съ фосфоромъ и кремніемъ и давали сплавы. Это затрудненіе было устранено въ новыхъ аппаратахъ, употребляемыхъ въ Вольвергамптонѣ, для которыхъ пользуются перемѣнными токами, доставляемыми альтернаторомъ Элвелль-Паркеръ въ 400 киловаттовъ.



Фиг. 21.

Новая печь, изобрѣтенная Паркеромъ, представлена на рисункѣ (фиг. 21). Она занимаетъ гораздо меньше мѣста, чѣмъ первыя печи, устроенныя въ Мильтонѣ. Новая печь занимаетъ поверхность въ 8 квадр. футовъ (0,75 кв. метровъ). Въ верхней ея части помѣщенъ безконечный винтъ, который служитъ для того, чтобы вводить въ печь необходимый матеріалъ. Благодаря такому приспособленію матеріалъ можно вводить безъ всякой потери тепла или паровъ фосфора.

Когда матеріалъ, подлежащій обработкѣ, введенъ въ печь, черезъ нее пропускаютъ токъ. Получающіеся при этомъ газы и пары отводятся въ два большіе, мѣдные конденсатора, въ первомъ изъ которыхъ содержится горячая вода, а во второмъ—холодная. Оставивъ въ этихъ конденсаторахъ весь фосфоръ, газы и пары, затѣмъ выходятъ на воздухъ.

Остающійся въ конденсаторахъ фосфоръ настолько чистъ, что требуетъ очень малой дальнѣйшей очистки, которая состоитъ въ плавленіи его подъ водой, продавливанія сквозь замшу и обработкѣ аміакомъ и хромовой кислотой.

Для продажи фосфоръ отливаютъ въ форму лепешекъ, которыя разрѣзываютъ затѣмъ на палочки, вѣсящія каждая около одного килограмма.

При помощи этого способа изъ обработываемыхъ матеріаловъ извлекаютъ почти весь фосфоръ, который въ нихъ заключается. Потеря главнымъ образомъ зависитъ отъ образованія фосфористыхъ соединеній, которыя и находятъ въ шлакахъ.

Въ одномъ изъ произведенныхъ опытовъ обработкѣ подвергались 127 частей матерьяла, содержавшаго 16,6 частей фосфора. Въ конденсаторахъ было собрано 14,3 части, а изъ остальныхъ 2,3 частей большинство было потеряно вслѣдствіе образованія фосфористаго желѣза. Тѣмъ не менѣе было получено 86% всего фосфора, содержавшагося въ обработанномъ матерьялѣ. Несмотря на свои небольшіе раз-

мѣры, каждая изъ печей новаго образца производитъ ежедневно 65 килогр. фосфора. Когда вся проэктированная установка будетъ окончена, то Phosphorus Company, которая эксплуатируетъ описываемый способъ, надѣется довести производство до 1000 тоннъ въ годъ, что составляетъ приблизительно половину общаго количества фосфора, потребляемаго ежегодно на всемъ земномъ шарѣ.

Можно думать, что дешевое приготовленіе фосфора электрическимъ путемъ, не останется безъ вліянія на спичечную промышленность.

Подобные же методы пытаются теперь примѣнить къ добычѣ цинка изъ его минераловъ и кажется нѣтъ никакихъ причинъ, чтобы эти методы, дающіе хорошіе результаты съ фосфоромъ, не дали такихъ же съ цинкомъ и другими металлами, которые возстановляются углемъ при высокихъ температурахъ. Если надежды изобрѣтателей оправдаются. то несомнѣнно въ металлургіи цинка долженъ произойти цѣлый переворотъ, послѣдствій котораго теперь еще невозможно предвидѣть. L'Industrie Electrique.

БИБЛІОГРАФІЯ.

L'Année Electrique ou Exposé annuel des travaux scientifiques, des inventions et des principales applications de l'électricité à l'industrie et aux arts, par **Ph. Delahaye,** ancien élève de l'Ecole polytechnique. Huitième année. Paris 1892. Baudry et C-nie éditeurs p. 347.

Разсматриваемая книга представляетъ изъ себя сборникъ краткихъ свѣденій о всевозможныхъ работахъ по электричеству и электротехникѣ, произведенныхъ въ теченіи 1891 года. Этотъ сборникъ, издаваемый парижской фирмой Baudry и составляемый Ph. Delahaye выходитъ ежегодно уже въ продолженіи восьми лѣтъ и доставляетъ всегда достаточно интересныхъ свѣденій. Жаль только, что составитель почти нигдѣ не указываетъ библіографіи предмета, о которомъ говоритъ. Такое дополненіе значительно увеличило бы достоинства сборника, облегчивъ трудъ искать свѣденія о заинтересовавшемъ читателя предметѣ. Тѣмъ не менѣе и теперь сборникъ не лишенъ интереса, особенно для лицъ, не имѣвшихъ возможности слѣдить постоянно за иностранными журналами, посвященными спеціально электричеству.

Сборникъ состоитъ изъ десяти главъ, посвященныхъ каждая особому отдѣлу. Именно: глава I—электрическому освѣщенію, II—элементамъ и аккумуляторамъ, III—телеграфіи, IV—телефоніи, V—атмосферному электричеству, VI—приложеніямъ электричества къ медицинѣ, VII—электролизу и электрометаллургіи, VIII—примѣненіямъ электричества на желѣзныхъ дорогахъ, IX—электрической передачѣ энергіи, и наконецъ, X—описанію различныхъ опытовъ, измѣренія и различныхъ приборовъ.

Кромѣ того къ книгѣ приложены двѣнадцать некрологовъ лицъ, извѣстныхъ своими трудами по электричеству, умершихъ въ 1891 г. Такъ помѣщены некрологи А. Е. Беккереля, Казелли, Вильгельма Вебера, нашего соотечественника Усова и др.

Die electrische Schweissung und Löthung. Von **Etienne de Fodor,** Director der electrischen Centralstation in Athen. Mit 138 Abbildungen, Wien, Pest, Leipzig A. Hartleben's Verlag. Цѣна 1 р. 80 к. стр. 236.

Электротехническая библіотека, издаваемая Гартлебеномъ быстро пополняется новыми выпусками. Послѣдній вышедшій томъ (томъ XLIV) посвященъ электропаянію и электросваркѣ и написанъ Этіенномъ-де-Фодоръ, перу котораго принадлежатъ многіе другіе томы Гартлебеновской электротехнической библіотеки. Въ настоящемъ томѣ довольно под... изложены, какъ общія свѣденія относительно пая... сварки, такъ и различные способы паянія. Въ началѣ ... приведены нѣкоторыя теоретическія свѣденія и циф... данныя, а затѣмъ идетъ описаніе различныхъ спо... паянія и сварки и приборовъ, употребляемыхъ для ра... ныхъ цѣлей. Подробно описаны способы Э. Томсона, Б... доса, Коффена и множество другихъ, примѣняемыхъ въ ... личныхъ случаяхъ. Удивительно только, что ни слова ... сказано о способѣ электрической отливки Н. Г. Славя... который, конечно, заслуживаетъ того, чтобы въ книгѣ, ... ціально посвященной разсмотрѣнію электрическихъ спос... соединенія металловъ, было о немъ упомянуто.

За исключеніемъ этого, книга составлена полно, ... жена достаточнымъ числомъ рисунковъ приборовъ и ... тическихъ чертежей, такъ, что даетъ вполнѣ ясное поня... практикуемыхъ теперь способахъ электрическаго соеди... металловъ.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Опыты съ газами, полученными эл... тролитическимъ путемъ. Недавно въ Па... скомъ біологическомъ обществѣ Шарби произвелъ инт... ный опытъ надъ давленіемъ, которые можно получить, ... бывая въ замкнутомъ пространствѣ электролитическим... темъ какой нибудь газъ. Наибольшее давленіе, которое ... этомъ получали прежніе изслѣдователи, было 6570 фу... на кв. дюймъ (447 атмосферъ). Шарби удалось полу... давленіе въ 12000 фунтовъ и даже въ 18000 фунтовъ. Д... нѣйшіе опыты были прекращены, такъ какъ лопнулъ ма... метръ, но безъ всякаго взрыва. Жидкость подвергавш... электролизу была 25 процентный растворъ соды. Оба эл... трода были изъ желѣза: одинъ имѣлъ форму пустоте... шара, въ которомъ собирался газъ, другой форму тру... вставленной въ шаръ. Употреблялся токъ въ $1^1/_2$ амп... и сила его оставалась постоянной во все время опы... Самый опытъ былъ только предварительное испытаніе ... цѣлаго ряда изслѣдованій, для которыхъ требуется оч... высокое давленіе.

Электрическая машина для рѣзані... льда. Директоръ одного американскаго механичес... завода, Кинсманъ, далъ электричеству новое примѣне... устроивъ электрическій самодвижущійся ледорѣзъ, кото... упрощаетъ до-нельзя рѣзку льда на рѣкахъ или озерахъ. ... устроенъ на подобіе трехъ-колеснаго велосипеда съ элек... двигателемъ, на оси котораго насажены диски съ ледорѣзн... ножами; кромѣ того отъ этой оси вращеніе передается ве... щимъ колесамъ велосипеда при посредствѣ безконечн... винта и двухъ зубчатыхъ коническихъ колесъ, такимъ обр... зомъ, рѣзка льда всегда производится съ одинаковой пос... пенностью относительно передвиженія самой машины. П... редъ сидѣньемъ имѣются два маховичка, изъ которыхъ ... одинъ служитъ для направленія движенія машины при по... мощи задняго колеса, а другой—для регулированія глуби... прорѣза во льду подниманіемъ и опусканіемъ дисковъ с... рѣзцами при посредствѣ зубчатаго сектора и безконечн... винта.

Токъ передается двигателю ледорѣза отъ динамо-машин... (на станціи или на берегу, отъ динамо-локомобиля), по г... кому кабелю съ водонепроницаемой оболочкой.

Этимъ ледорѣзомъ можно прорѣзать ледъ до воды, та... какъ своими колесами онъ занимаетъ достаточную для свое... поддерживанія площадь льда.



Отвѣтственный и спеціальный редакторъ **А. Смирновъ**.